سلسلۂ مطبوعات تعلیم جامعۂ عثمانیہ

رسالۂ طبیعیات عملی

جلد دوم

(حرارت و علم المناظر)

ترجمہ انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹکل فزکس مصنفہ پروفیسر آرتھر شوسٹر و پروفیسر سی۔ ایچ۔ لیز

(معہ ترمیم و اضافہ)

برائے انٹرمیڈیٹ

از

مولوی محمد عبدالرحمن خاں صاحب بی۔ ایس۔ سی آنرز (لندن)

ایسوسی ایٹ آف دی رائل کالج آف سائینس لندن۔ فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن

پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

سنہ ۱۳۳۹ م سنہ ۱۳۳۰ف م سنہ ۱۹۲۰ء

مطبع دار الطبع سرکار عالی حیدرآباد دکن

مقدمہ

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے جاپان پر یہی گذری اور یہی حالت اب ہندوستان کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطع تعلق کرکے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح یونان کا اثر روم اور دیگر اقوام یورپ پر پڑا جس طرح عرب نے عجم کو اور عجم نے عرب کو اپنا فیض پہنچایا، جس طرح اسلام نے یورپ میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل ترجمہ ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی، ادھوری، کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے، جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سمجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیادہ قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اکزالٹڈ ہائینس رستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔ایس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔ والی حیدرآباد دکن خلد اللہ ملکہ و سلطنتہ نے جن کی علمی قدردانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دوربینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی، جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعت علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ اُنکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ اُنہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیٰحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا - یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے - اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے - احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے روما میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرشید و مامون الرشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مت شی ہٹو نے جاپان میں کیا، وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیٰحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے - جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں
کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ
کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں
ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے
زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علمِ ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور
اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان
کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت،
دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا
ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے
لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔
گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے
بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاعِ عالم میں
پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علمِ ادب اور زبان نے انہیں
ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر
چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات
یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک
ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر
نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلّط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان
ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت واقدس نے

پہچانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی ۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا ۔ اور یہ زبان اردو ہوگی ۔ ایک ایسے ملک میں جہاں "بھانت بھانت کی بولیاں" بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے ۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی ۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے ۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور **قومی زبان** کا دعوے کر سکتی ہے ۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے ۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں ۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں ۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے ۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی ۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں ۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا ۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے ۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے سررشتۂ تالیف و ترجمہ قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ سررشتۂ تالیف و ترجمہ کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں عثمانیہ یونیورسٹی کالج کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شائقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہلِ زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے۔ لیکن اس سے گزیر نہیں۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدّد مثالیں ہمارے پیشِ نظر نہ رہی ہوں۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیر مانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں ۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے ۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں ۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے ۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے ۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا ۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہوسکے، بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہوگا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا ۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں ۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں ۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں ۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روز مرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے ۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے۔

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے) کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدانِ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کامل ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا۔ بڑے بڑے نقّاد
اور مبصّر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں۔ لیکن اس سے ان کے کام پر
حرف نہیں آتا۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف
رہنمائی کرتی ہے "پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو
رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی)
نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر
کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر
گزرتی ہے۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور
غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ
اٹھایا۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا
صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو
ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے۔ ابھی بہت سے ایسے
مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں
جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی
کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں
دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے
اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں"۔
اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت
کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر
رکھنی چاہئیں۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کر دی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہو کر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہو گی اور **اعلیٰحضرت واقدس** کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اس قصر رفیع الشان کی بنیاد ہو گی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔

اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرتا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنھوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکرگزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمدؐ اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ ای۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبدالحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ناظم۔

قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم ریاضیات

چودھری برکت علی صاحب بی۔ یس۔ سی۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سائینس

مولوی سید ہاشمی صاحب۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔

مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ مترجم معاشیات

قاضی تلمذ حسین صاحب یم۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سیاسیات

مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔

مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم فلسفہ و منطق

مولوی عبدالحلیم صاحب شرر۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مولف تاریخ اسلام

مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم قانون۔

مولوی عبداللہ العمادی صاحب۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب　　وظیفہ یاب سکرٹری سرکار عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمید الدین صاحب بی۔اے　　صدر دارالعلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحید الدین صاحب سلیم

مولوی عبدالحق بی۔اے　　ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبدالرحمٰن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد)　　وغیرہ

تمہید منجانب مترجم

پروفیسر سر آرتھر شوسٹر اور ڈاکٹر سی - ایچ - لینز نے اپنی کتاب انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹیکل فزکس میں جو مشقین فراہم کی ہیں، ابتداءً وکٹوریہ یونیورسٹی آف منچسٹر کے سائنس اور طبابت کی ابتدائی جماعتون کے طلبہ کے استفادہ کی غرض سے لکھی گئی تھیں - اُس وقت زبان انگریزی میں طبیعیات عملی پر قابل اعتماد کتابیں کم تھیں - آلات مشقی بھی زیادہ حسّاس یا کثیر تعداد میں آسانی سے مہیّا نہیں ہوسکتے تھے - سائنس کی ترقی کے ساتھ مشقی آلات کی درستی اور تکمیل میں بھی روز افزون ترقی ہوئی ہے - جو آلے اس کتاب میں سمجھائے گئے ہیں اگرچہ بعض صورتوں میں اُن سے بہتر آلے اِسوقت بازار میں بآسانی مل سکتے ہیں لیکن مترجم نے اُنھیں کو برقرار رکھا - اِس لئے کہ طبیعیات عملی سکھانے سے صرف یہی مقصود نہیں ہے کہ طلبہ مختلف مشقوں کو جلد اور سہولت کے ساتھ انجام دیں - بلکہ جن اُصول کی تلقین اور فہمائش کے لئے یہ مشقین تجویز ہوئی ہیں ان کو اچھی طرح

طلبہ کے ذہن نشین کرایا جائے۔ طالب علم ہی کے بنائے ہوئے یا تجربہ خانہ میں کم قیمت پر تیار کرائے ہوئے سامان سے کافی دلچسپی کے ساتھ دیر تک مشق کرنا زیادہ بہتر ہے بہ نسبت پیچیدہ اور گران قیمت اعلیٰ درجہ کے آلات سے تجربہ کرنے کے۔

اس میں کوئی شک نہیں کہ کسی منشور کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے جو آلہ اس کتاب میں بیان ہوا ہے اُس کے عوض اگر بنا بنایا' Spectfometer ' (طیف نما) استعمال کیا جائے۔ بجائے ڈانیل کے رطوبت پیما کے اگر Regnault ' (رینیو) کا رطوبت پیما' یا اگر محض آسانی مد نظر ہو تو الومنیم کے کٹورے والا رطوبت پیما' اور بجائے پانی کے کیمیائی برق پیما کے تانبے یا چاندی کا کیمیائی برق پیما استعمال ہو تو نتائج یقیناً بہتر نکل آئینگے۔اسی طرح فصل ۲۱ الف میں جس آلہ کا ذکر ہوا ہے اس سے بہت زیادہ حسّاس آلہ خریدا جا سکتا ہے۔ بائل کا کلیہ ثابت کرنے کے لئے فصل ۱۴ والے آلہ سے بہتر نئی وضع کے آلے مل سکتے ہیں۔ لیکن جو ہدائتین کتاب میں درج ہیں ایسی عام اور اہم ہیں کہ ہر قسم کے آلہ پر حاوی ہوسکتی ہیں۔

مترجم نے اکثر جگہ جہاں جہاں ضروری سمجھا گیا اپنی طرف سے اشارے اور ہدائتین اضافہ کی ہیں تاکہ مقامی

امور کا لحاظ رہے۔ اس کے علاوہ بعض اصولی باتیں بالکل نئے طریقوں سے سمجھائی گئی ہیں۔ جہاں تک مترجم کو علم ہے یہ طریقے کسی دوسرے شخص کی تصنیف یا تالیف میں دیکھنے میں نہیں آئے۔ ان کی ذمہ داری مترجم ہی پر عائد ہو سکتی ہے۔ کتاب میں جہاں کہیں ایسا مضمون بڑھایا گیا ہے اس کو قوسین میں لکھ کر اختتام پر * اس طرح کا ایک نشان لگا دیا گیا ہے فقط

حرارت

صفحہ

باب چہارم

روشنی۔ (علم المناظر)

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۴	۱۲	یانی	پانی
۱۱	۱	بطو	بطور
۱۴	۱	خطاوں	خطاؤں
۱۸	۱۹	جواب	جو اب
۲۷	۲	ملناً	ظناً
۳۶	۱۰	حراہ	حرارہ
۵۰	۲	حو	جو
۵۰	۶	حرار پیما	حرارہ پیما
۵۰	۱۲	عی	مجموعی
۵۵	۱۵	ـ	؁
۵۸	۱۵	بے	بننے
۵۹	۱۳	ک۱{م + ن۱ ـ تَ ـ ش۲}	ک۱{م + ن۱ (ت ـ ت۲)}
۶۱	۴	تعیین	تعیین ـ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۶۱	۱۳	اہستہ	آہستہ
〃	۱۶	کے	کی
۶۲	۷	نلی کے	نلی کی
۶۴	۶	مایع	مائع
۶۶	۲	رہے	رہے۔
〃	۴	ڈوڑے	ڈورے
〃	〃	تپش پیما	تپش پیما۔
〃	۹	حـ	ح.
۶۷	۱۱	(کھلے)	(کھلے)
۶۸	۱۱	کیطرح	کیطرح
۶۹	۱۵	$۲ = \dfrac{\frac{\text{ح}_{۵}}{\text{ح}_{\cdot}} - ۲}{۵۰}$	$۲ = \dfrac{\frac{\text{ح}_{۵}}{\text{ح}_{\cdot}} - ۱۰}{۵۰}$
۷۱	۱	نلی	نلی
〃	۲	لیے	لئے
〃	۹	تپش پما	تپش پیما
〃	۱۲	پمیا	پیما
〃	۱۷	ازادی	آزادی
〃	۱۹	لپٹا	لپیٹا
۷۲	۲	مایع	مائع

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۷۲	۱۵	غایب	غائب
۷۵	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
۷۶	״	״	״
۷۷	״	״	״
۷۸	״	״	״
۷۹	״	״	״
״	۱۷	ہٹاؤ	ہٹاؤ
۸۰	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
۸۲	شکل ۶۴	ق	د
״	״	قَ	دَ
۸۳	۱۷	سنر	سبز
״	۱۹	یڑہتی	بڑہتی
״	۲۰	تقرسی	تقریبی
۸۴	۲	فلنٹ گلاس	فلنٹ شیشہ
״	۳	کراون گلاس	کراون شیشہ
۸۷	۲۰	حو	جو
۸۹	۱۹	= (ف - ح) جب ∠ق	= (ف - ح) مس ∠ق
״	۲۳	+ $\frac{۲د}{م}$ ($\frac{جم ∠ط}{جم ∠ق}$)	+ $\frac{۲د}{م}$ ($\frac{جم ∠ق}{جم ∠ط}$)
۹۰	۵	آئبنہ	آئینہ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۹۱	۲	ہے ن س	ہے :- ن س
"	۱۴	نماوں	نماؤں
۹۶	۲	عدسہ	عدسے
۹۷	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
۹۸	"	"	"
"	۵	دہتی	دیتی
۹۹	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
"	۹	حاشہ	حاشیہ
"	۱۴	فاصیلے	فاصلے
۱۰۰	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
۱۰۱	"	"	"
۱۰۱	۶	کی مساوات $\frac{1}{اخ} = \frac{1}{اش} + \frac{1}{۲اف}$ کے نیچے "ہندسی عمل" کا عنوان اضافہ کیا جائے۔	
۱۰۱	۸	نعطے	نقطے
۱۰۲	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
"	۱۲	سیدے	سیدہے
۱۰۳	صفحہ کی پیشانی پر	باب سوم	باب چہارم
۱۰۵	۶	ہے۔	ہے،
"	۷	متکافی کے۔	متکافی کی۔

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۰۸	۱۸	بکنسن	بُنسن
۱۱۲	۱	فاصلہ	فاصلے
۱۱۳	۷	اوعط	اوسط
۱۲۶	۱۰	(نٛ + نٛ =	(نٛ + نٛ) =
۱۳۱	۱۰	بَ ج	بَ ا ج
۱۳۳	۱۴	اک	ایک
۱۳۹	۴	پیمائش، یا اس کے	پیمائش، اس کے
۱۴۰	۱۹	قرینہ	قرنیہ
۱۴۱	۱۳	دکھے	دیکھنے
"	۱۸	ارام	آرام
۱۴۲	۲	صرح	صریح
"	۵	کھنچکر	کھینچکر
"	۱۱	ہو- یعے	ہو، یعنے
۱۴۳	۱	محازی	مجازی
"	۱۵	دیکھا جاتا	دیکھی جاتی
۱۴۴	۱	ہوتا ہے	ہوتی ہے
"	۲	دیکھا جاتا	دیکھی جاتی
"	۳	ہوتا ہے	ہوتی ہے
۱۴۵	۴	کہلاتا ہے	کہلاتی ہے

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۴۷	۱۷	ہوسکنگی	ہوسکیگی
۱۵۲	۹	(۲')	(۲̄)
"	۱۸	"	"
۱۵۳	۱	"	"
"	۴	"	"
"	۵	"	"
"	۷	"	"
۱۵۴	۱۰	"	"
۱ ہدایت منجانب مترجم	۱۳	معائنہ	معائنہ
۶ "	۶	کہنچی	کھینچی

حرارت

باب سوم

فصل پانزدہم

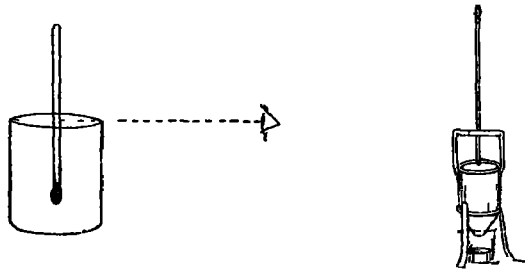
ایک تپش پیما پر نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کی تشخیص کرنا

ضروری الات | دو تپش پیما - نقطہ انجماد دریافت کرنے کا ایک ظرف - اور نقطہ جوش دریافت کرنے کا ایک آلہ -

اِس فصل میں جو مشقیں بیان کی گئی ہیں اُن سے یہ مقصود ہے کہ دو تپش پیماؤں پر برف کے پگھلنے کی اور پانی کے جوش کھانے کی جو تپشیں ظاہر ہوتی ہیں ؛ انکی صحت کا امتحان ہو -

مشق (۱)

پانی کے نقطہ انجماد کی تشخیص -

دو تپش پیما جن میں سے ایک پر مئی پیمانہ ہے اور دوسرے پر فارنہیٹ اور ایک کاسہ جس کی تہ میں سوراخ ہے (دیکھو شکل ۲۶) دیئے جاتے ہیں۔ کاسہ میں برف کے

شکل ۲۷ شکل ۲۶

چھوٹے ٹکڑے بھر دیئے جائینگے۔ ٹکڑے جتنے چھوٹے ہونگے اتنا اچھا ہوگا کاسہ کے نیچے ایک برتن رکھدیا جائیگا تاکہ برف پگھلکر جو پانی گرے اسمیں جمع ہو جائے۔ برف کی سطح کاسہ کے اوپر کے کنارے کے ساتھ ہموار ہونی چاہئیے۔ کاسہ پر ایک کانیدار چمٹی نصب ہے تاکہ تپش پیما کو تھامے رہے۔ ایک سلاخ لو جس کی تراش عمودی تپش پیما کے جوفہ کی تراش عمودی کے برابر ہو اور اس سے برف کے ٹکڑوں میں چمٹی کے نیچے ایک عمودوار سوراخ کرو۔ سوراخ اتنا لمبا ہونا چاہئے کہ جب تپش پیما کا جوفہ اسکی تہ میں بیٹھ جائے تو پیمانہ کا وہ نشان (یا درجہ) جو نقطہ انجماد بتاتا ہے کاسہ کے سرے کا ہم سطح ہو۔ اب تپش پیما کو احتیاط سے اس سوراخ میں اتارو۔ اگر آنکھ ایسے مقام پر ہو کہ (شکل ۲۷)

کاسہ کا اوپر والا کنارہ ایک خط مستقیم میں سمٹا ہوا نظر آئے تو
تپش پیما کا نقطہ انجماد ٹھیک نمایاں ہونا چاہئیے۔ تپش پیما کو
پنسل سے کھٹ کھٹاؤ جب پارہ کی سطح ایک جگہ قائم
ہو جائے اِس کا نشان درجہ کے اعشاری حصہ کا اندازہ
لگا کر پڑھ لو۔ اگر تپش پیما عمودوار کھڑا ہو اور خط نظر افقی
ہو تو مشاہدہ اختلاف منظر کی خطاؤں سے پاک ہوگا۔

تعریف — کسی تپش پیما کی ایک معیّن تپش پر تصحیح
سے مراد وہ مقدار ہے جس کو اِس تپش
کے ساتھ جمع کرنے سے صحیح تپش حاصل ہوتی ہے۔
پس اگر ایک تپش پیما کو پگھلتے ہوئے برف میں
(جس کی تپش صفر درجہ مئی ہے) رکھنے سے
۳،۰ درجہ تپش پڑھی جائے تو تصحیح ۳،۰- درجہ ہوگی
دیئے ہوئے دونوں تپش پیماؤں کے نقطہ انجماد کی
تصحیح دریافت کرو اور مشاہدات اِس طرح لکھو۔

فارنہیٹ تپش پیما نشان ( )

نقطہ انجماد جو مشاہدہ سے دریافت ہوا ۳۱،۸ درجہ
نقطہ انجماد پر تپش پیما کی تصحیح + ۰،۲ درجہ

مئی تپش پیما نشان ( )

نقطہ انجماد جو مشاہدہ سے دریافت ہوا ۰ درجہ
نقطہ انجماد پر تپش پیما کی تصحیح ± ۰،۰ درجہ

[تنبیہ منجانب مترجم۔ اس تجربہ میں بجائے کاسہ کے اگر کسیقدر کشادہ قیف استعمال ہو تو زیادہ آسانی ہوگی۔ قیف ایک ٹیکن کے علقتر کے سہارے عمودوار قائم رہ سکتی ہے۔]

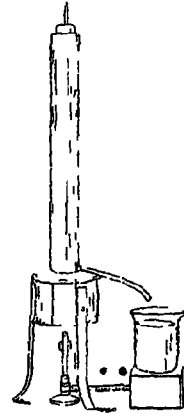
مشق (۲)

نقطہ جوش کی تشخیص کسی دیے ہوئے تپش پیما کے نقطہ جوش کے خطا کی تعیین بہ نسبت اس کے نقطہ انجماد کے خطا کی تعیین کے مختلف وجوہ کی باعث کسیقدر زیادہ پیچیدہ ہوتی ہے۔ اس کتاب میں نقطہ انجماد کی مشق جو پہلے رکھی گئی اسی آسانی کی وجہ سے ہے حالانکہ صحیح تپش پیمائی میں علی العموم اس کے برخلاف طریقہ مروج ہے۔ جوش کھاتے ہوئے پانی میں تپش پیما کو رکھکر دیکھنے سے اُس کا نقطہ جوش معلوم نہیں ہوسکتا اِسلئے کہ تپش پر پانی کے لوث کا اثر پڑتا ہے۔ مگر پانی سے جو بھاپ اُٹھتی ہے اسکی تپش ہمیشہ ایک ہی پائی جاتی ہے بشرطیکہ بار پیما کا دباؤ (یعنے کرہ ہوائی کا دباؤ) ایک ہی رہے۔

اس تجربہ میں جو آلہ استعمال ہوتا ہے اٹھائیسویں شکل میں تپش پیما سمیت بتایا گیا ہے۔ آلہ کی اندرونی ساخت شکل (۲۹) سے معلوم ہوسکیگی۔ یہاں بھاپ کی آمد و رفت کے راستے تیروں کے ذریعہ بتائے گئے ہیں۔ اُبلتے ہوئے پانی سے جو بھاپ اٹھتی ہے اسطوانی نلی

میں سے گزرتی ہے جس میں تپش پیما داخل کیا جاتا ہے۔ اور بعد ازاں

شکل ۲۸

شکل ۲۹

ایک بیرونی "پیرہن" میں سے ہوکر باہر آتی ہے۔ "پیرہن" آلہ کے اندرونی حصہ کو ہوا کی سردی سے محفوظ رکھتا ہے۔ تپش پیما کے جوفہ کو جو بھاپ چھو رہی ہے اس کا دباؤ معلوم کرنا لازمات سے ہے۔ جس سوراخ سے بھاپ خارج ہو رہی ہے اگر اس کی وسعت کافی ہو تو بھاپ کے دباؤ اور کرہ ہوائی کے دباؤ میں کوئی بیّن فرق واقع نہ ہوگا۔ اس لئے اس کی قیمت کرہ ہوائی کے دباؤ کے مساوی لیجا سکیگی۔ لیکن اگر اس سے زیادہ صحت کی ضرورت ہو تو آلہ کے ساتھ ایک فشار پیما لگا دیا جاتا ہے جس سے اندرونی نلی میں بھاپ کا دباؤ

ٹھیک معلوم ہو جاتا ہے۔

نقطہ جوش پر تپش پیما کی خطا کی تعیین سے پہلے تجربہ کے وقت کرہ ہوائی کا جو دباؤ ہو اُس کے لحاظ سے پانی کے کھولاؤ کی صحیح تپش شمار ہونی چاہئے۔

ہٹی پیمانہ پر ۱۰۰ درجہ سے وہ تپش مراد ہے جو ۴۵ درجہ طول بلد میں سطح بحر کے ارتفاع پر جبکہ بار پیما کا دباؤ نقطہ انجماد کی تپش والے پارے کے ۷۶ سنتی میٹر کے مساوی ہو کھولتے پانی سے نکلتی ہوئی بھاپ کی تپش ہو۔ فارنہائٹ پیمانہ پر ۲۱۲ درجہ سے اُس تپش کی تعبیر ہوتی ہے جو لندن کے طول بلد میں سطح بحر کے ارتفاع پر جبکہ بار پیما کا دباؤ نقطہ انجماد کی تپش والے پارے کے ۲۹٫۹۰۵ انچ کے مساوی ہو کھولتے پانی سے نکلتی ہوئی بھاپ کی تپش ہو۔

یہ دونوں دباو یعنے ۴۵ درجے طول بلد میں ۷۶ سنتی میٹر بار پیما کی بلندی اور گرینچ (یا لندن) کے طول بلد میں ۲۹٫۹۰۵ انچ کی بلندی دونوں فی الحقیقت ایک ہی ہیں اس لئے کہ اگرچہ ۷۶ سنتی میٹر ۲۹٫۹۲۲ انچ کے مساوی ہوتے ہیں مصرحہ بالا دو مقاموں میں بوجہ اختلاف طول بلد جاذبہ ارض کی قیمت بالکل ایک ہی واقع نہیں ہوئی ہے۔

اگر بار پیما کا دباؤ معلوم ہو اور طبعی دباؤ (یعنے ۷۶ سنتی میتر) سے جدا گانہ ہو تو نقطہ جوش شمار کرنے کے لئے مصرحہ ذیل قاعدہ سے مدد لیجا سکتی ہے جو تجربہ سے ماخوذ ہوا ہے - بلحاظ اس قاعدہ کے دباؤ میں پارے کے ایک سنتی میتر کے تفاوت سے نقطہ جوش میں ۰٫۳۷ درجہ مئی یا ۰٫۶۶ فارنہائٹ کا فرق پیدا ہوتا ہے - دباؤ کے بڑھنے سے واضح ہے کہ نقطہ جوش ۰٫۱ اونچا ہوگا اور گھٹنے سے نیچا - نقطہ جوش ۰٫۰۲ درجہ مئی تک صحیح برآمد ہوگا بشرطیکہ کرہ ہوائی کا دباؤ پارے کے ۷۳ سنتی میتر سے لے کر ۸۰ سنتی میتر تک بدلے - اگر بار پیما کی بلندی ۷۳ سم سے کم ہو مثلاً مقام مشاہدہ کا ارتفاع سطح بحر سے بہت زیادہ ہو تو ایسی صورت میں اُن جدولوں سے کام لینا چاہئے جن میں تفصیل کے ساتھ نقطہ جوش اور بار پیما کے دباؤ کا باہمی تعلق بتایا جاتا ہے۔

اِس مشق میں جو تپش پیما دیئے گئے ہیں اُن پر اب نقطہ جوش اس طرح دریافت کئے جائیں:-

(۱) آلہ شکل ۲۸ میں ایک تپش پیما احتیاط سے داخل کرو یہاں تک کہ تپش پیما کی ڈنڈی میں سہارے کے لئے جو چھوٹا سا کاگ کا ٹکڑا پھنایا گیا ہے فرضی نقطہ جوش سے ایک یا دو نشان اوپر رہ جائے - اور

پانی جوش کھانے تک توقف کرو۔

(۲) تپش پیما پر پارہ چڑھکر اپنے آخری مقام پر پہنچنے تک بار پیما کی بلندی حسب ہدایات مندرجہ فصل ۱۲ تصحیحات کے ساتھ پڑھو۔

(۳) جب تپش پیما پر پارے کا چڑھنا لگاہر رک جائے تو اس کو دو تین دقیقہ تک دیکھتے رہو۔ اگر پارے کا ڈورا کاگ کے اوپر دکھائی نہ دے تو تپش پیما کو ذرا سا اوپر کی طرف کھینچو۔ جب ڈورا ساکن ہو جائے تپش پیما کو آلہ کے اندر اتارو یہانتک کہ ڈورے کا سرا صرف ٹھیک دکھائی دے۔ تب تپش مظہرہ ۰ر۱ درجہ تک اندازہ کرکے پڑھ لو۔

(۴) دوسرے تپش پیما پر بھی اسی طرح مشاہدات کرو اور بار پیما کی بلندی مکرر دیکھو تاکہ پہلے مشاہدے کی مزید صحت ہو جائے۔

مندرجہ ذیل طریقہ پر نتائج لکھ کر محول کئے جا سکتے ہیں:—

بارپیما کی طبعی بلندی .... ۷۶ر۰۰ سنتی میتر

بلندی جو مشاہدہ ہوئی ۷۵ر۲۴ سم

تصحیحات ۔ ۱۷ر۰ سم

مصححہ بلندی جو مشاہدہ کی گئی .... ۷۵ر۰۷ سنتی میتر

تفاوت ۹۳ر۰ سنتی میتر

پس، اس بلندی کے لحاظ سے نقطہ جوش کا انخفاض درجہ فارنہائٹ میں = ۶۶٫ × ۹۳٫ = ۶٫۰ درجہ

.... درجہ مئی میں ...... = ۳۶٫ × ۹۳٫ = ۰۳٫ درجہ

فارنہائٹ تپش پیما نشان (　　)

	نقطہ انجماد	نقطہ جوش ۷۶۰ء۰ سم دباؤ پر
صحیح قیمت	۳۲ درجہ	۲۱۲٫۴ درجہ
قیمت جو مشاہدہ ہوئی	۳۱٫۸ درجہ	۲۱۲٫۴ درجہ
تصحیحات	+ ۰٫۲ "	- ۱٫۰ درجہ

مئی تپش پیما نشان (　　)

	نقطہ انجماد	نقطہ جوش ۷۶۰ء۰ سم دباؤ پر
صحیح قیمت	۰ درجہ	۹۹٫۶ درجہ
قیمت جو مشاہدہ ہوئی	۰٫۰ "	۹۹٫۲ "
تصحیحات	± ۰٫۰ "	+ ۰٫۴ "

فصل شانزدہم

تپش پیماؤں کی تصحیح اور ایک کا دوسرے سے مقابلہ

ضروری سامان دو تپش پیما جن کی خطائیں نقطہ انجماد اور نقطہ جوش پر معلوم ہوں - اور ایک ظرف پانی گرم کرنے کے لئے -

اِس مشق میں ایسے دو تپش پیماؤں کے جن کے نقطہ انجماد و نقطہ جوش کی تصحیح معین ہو چکی ہو درمیانی تپشوں کے مظہرہ نشانات کی تصحیح کیجائیگی - اور اُن کا آپس میں مقابلہ کیا جائیگا -

ایک پیتل کے ظرف میں نل کا پانی بھردو جسکی تپش ظناً کمرے کی تپش سے کم ہوگی - اور ظرف کو ایک ایسی اونچی ٹیکن پر رکھو جس کے نیچے بنسن کی مشعل آ سکے - جن دو تپش پیماؤں کے نشانات کا مقابلہ کیا جائیگا - ان کو ملاکر بائیں ہاتھ میں پکڑو اس طرح کہ اُن کے جوفے پانی میں ڈوبے رہیں اور سیدھے ہاتھ میں ایک ہلانی لے کر پانی کو ہلاؤ (یا خود اُن

تپش پیماؤں ہی کو بطور ہلانی کے پانی میں ہلاؤ۔ تاکہ پانی کی تپش یکساں ہو جائے اس کے بعد مظہرہ تپشوں کو پڑھ لو۔

اب ظرف کے نیچے مشعل سلگھا کر پانی گرم کرو یہاں تک کہ تپش تقریباً ۲۰ درجہ مئی تک پہنچے۔ پھر مشعل کو یا تو ٹینکن کے نیچے سے نکال لو یا اس کی لو کم کردو۔ اور پانی کو ہلانی سے خوب ہلا کر تپش پیماؤں کے نشان پڑھ لو۔

[مترجم۔ حیدرآباد میں نل کے پانی کی تپش علی العموم ۲۰ درجہ مئی سے زائد ہوتی ہے اس لئے بجائے حرارت پہنچانے کے پانی میں برف کے چھوٹے ٹکڑے ملانے کی ضرورت ہو گی۔] اسی طرح تقریباً ۳۰ درجہ ۴۰ درجہ اور ۵۰ درجہ مئی تپش پر مشاہدات دوہراؤ۔ پانی کی تپش جب ان درجوں سے متجاوز ہو جائے مشعل کو ظرف کے نیچے سے ہٹانا نہیں چاہئے۔ دوران مشاہدات میں ایک ہی تپش قائم رکھنے کے لئے شعلے کو دھیما کردینا چاہئے۔ ہلانی کا استعمال مسلسل ہو مگر تندی سے نہیں۔

فارہنائٹ کے نشانات کو مئی میں مبدل کرو۔

اور بیاض میں اس طرح اُتارو ۔

فارنہائٹ تپش پیما نشان (.)	مئی تپش پیما نشان ( )	فارنہائٹ نشانات مئی میں مُتبدّل	تفاوت ف ۔ م
۳۱٫۸ درجہ	۰٫۰ درجہ	۔ ۰٫۱ درجہ	+ ۰٫۱ درجہ
۶۰٫۲	۱۵٫۶	+ ۱۵٫۷	۔ ۰٫۱
۷۳٫۷	۲۲٫۹	۲۳٫۲	۔ ٫۲
۸۸٫۳	۳۰٫۹	۳۱٫۳	۔ ٫۴
۱۰۲٫۱	۳۸٫۵	۳۸٫۹	۔ ٫۴
۱۲۱٫۶	۴۹٫۳	۴۹٫۷	۔ ٫۴
۲۱۲٫۴	۹۹٫۲	۱۰۰٫۲	۔ ۱٫۰

تپش پیماؤں کی خطائیں عام طور پر تین قسم کی ہوتی ہیں:۔

(۱) نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کی خطائیں ۔

(۲) خطائیں جو تپش پیما کے سوراخ کی نابرابری سے پیدا ہوتی ہیں ۔

(۳) درجہ بندی کی خطائیں ۔

جیسا کہ مشق سابقہ میں سمجھایا گیا ہے نقطہ انجماد و نقطہ جوش کی خطاؤں کی مقداریں آسانی سے معیّن ہوسکتی ہیں ۔ تپش پیما کے سوراخ کی نا برابری سے جو خطائیں پیدا ہوتی ہیں اُن کی تصیح نلی کی مناسب درجہ بندی

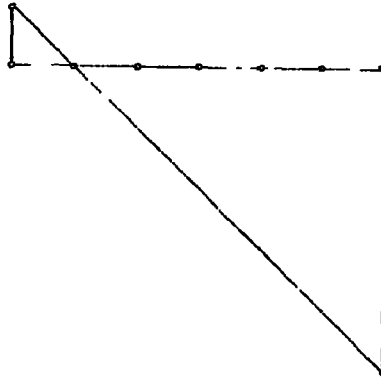
سے ہوسکتی ہے اگر تپش پیما کی نلی کا سوراخ سب جگہ یکساں قطر کا ہوتا تو بنانے والے کو صرف یہی چاہئے تھا کہ نقطہ جوش اور نقطہ انجماد کے درمیانی فاصلہ کو سو (یا ۱۸۰) مساوی حصوں میں تقسیم کرتا تاکہ تپش کا ایک صحیح پیمانہ حاصل ہو - لیکن سوراخ کی نا برابری کی صورت میں جہاں سوراخ زیادہ تنگ ہے وہاں درجوں کے نشان زیادہ دور واقع ہونے چاہئیں اور جہاں زیادہ کشادہ ہو وہاں نشان زیادہ نزدیک' اگر درجوں کی مساوی تعداد سے نلی کے ہر مقام پر پارے کے حجم کی ظاہری مساوی زیادتی تعبیر کرنا مقصود ہو - جو تپش پیما درجہ کی چھوٹی کسر کو بھی ٹھیک بتانے کی غرض سے تیار کئے جاتے ہیں اُن کی درجہ بندی سے پہلے نلیوں کی تعییر کی جاتی ہے - یعنے نلی کے مختلف مقاموں پر سوراخ کی چوڑائی کا اُن مقامات پر پارے کے ایک مستقل حجم والے ڈوری کا طول ناپ کر ایک دوسرے سے مقابلہ کیا جاتا ہے - لیکن اس پر بھی درجہ بندی کی خطائیں واقع ہوسکتی ہیں اگر نشانات ٹھیک اُن مقامات پر نہ لگائے جائیں جہاں اُن کو ہونا چاہئے -

جو تپش پیما تمہیں دیئے جاتے ہیں ان پر درجہ بندی کے نشانات مساوی فاصلوں پر واقع ہیں پس

سوراخ کی نا برابری سے پیدا ہونے والی خطاؤں ہی کا امکان ہے ۔ اس مشق میں یہ دریافت کرنا مقصود ہے کہ ان مئی اور فارنہائٹ تپش پیماؤں میں مشاہدہ سے جو تفاوت پایا جائیگا اس کا کتنا حصہ نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کی خطاؤں کے باعث ہے جو قبل ازیں معلوم ہوچکے ہیں اور کتنا حصہ نلیوں کی سوراخوں کی نا برابری کی وجہ سے ۔ سب سے پہلے ہم مصرحہ ذیل عمل ترسیمی سے ان تپش پیماؤں کے مظہرہ نشانوں کی نقطہ انجماد و نقطہ جوش کی معلوم خطاؤں کے لحاظ سے تصحیح کر لیتے ہیں :۔

اپنی مشقی بیاض کو اس طرح گھما کر سامنے رکھو کہ صفحہ کا لمبا ضلع بائیں جانب سے شروع ہو کر سیدھے جانب پر ختم ہو ۔ بائیں جانب سے سیدھے جانب جو فاصلے ناپے جائیں اُن سے تپش پیما کے حصّے تصور کئے جائیں اور اوپر نیچے کی طرف جو فاصلے ہوں اُن سے تپش پیما کے نشانات کی تصحیح تعبیر ہو ۔ چونکہ تصحیحات مثبت ہونگے یا منفی اسلئے جس محدد پر تپش ناپی جاتی ہے اس کو صفحہ کے بیچ میں سے کھینچو ۔ اس کے بعد پیمانے مقرر کر لئے جائیں ۔ اگر بیاض میں چھوٹے ضلع کے متوازی بیس خط کھینچے گئے ہوں تو پانی کے نقطہ

انجماد سے لے کر نقطہ جوش تک تمام درجے فارنہائٹ پیمانہ پر بتانے کے لئے خطوط کے درمیانی فاصلوں سے ۱۰ درجہ مراد لیجا سکتی ہے۔ پس جو مربع تپش کے محدد کو چھوتا ہو اس کے بائیں جانب کے کونے کو ۳۲ درجہ سے تعبیر کریں تو تپش کی محدد میں مربع کے داہنے جانب کے کونے سے ۴۲ درجے مراد لیجائیگی۔ اسی طرح دوسری تپشیں بتائی جائینگی۔ تصحیحات کے پیمانہ کے متعلق بنظر سہولت ایک سنٹی میٹر فاصلہ سے ۰۱ء درجہ کی تعبیر ہوسکتی ہے۔ فصل ماقبل میں جو مثال دی گئی تھی اِس میں تپش پیما نشان ( ) پر نقطہ انجماد ۸ء۳۱ درجہ پڑھا گیا تھا اور ۴ء۲۱۲ درجہ جبکہ فی الحقیقت ۴ء۲۱۱ درجہ پڑھا جانا چاہیئے تھا۔ پس افقی محدد میں ایک نقطہ لو جو ۸ء۳۱ درجہ بتائے۔ [یہ نقطہ عمودی محدد کے کسیقدر بائیں جانب ہوگا]۔ اس نقطہ سے سیدہا عمود وار ۲ نشان اوپر ہٹ کر ایک اور نقطہ لو اس سے تصحیح + ۲ء۰ درجہ مراد ہوگی۔ اسی طرح شکل میں اُس مقام سے جو ۴ء۲۱۲ درجہ بتائے عمود وار نیچے کی جانب ۱۰ نشان اتر کر ایک نقطہ لو۔ اس سے - ۱ء۰ درجہ خطا مراد ہوگی۔ اب

اِن دونوں نقطوں کو ایک خط مستقیم سے ملا دو۔
تپش پیما پر جو کوئی تپش پڑھی جائے اس کی

شکل ۲۹ (الف)

تصحیح اِس عمودی فاصلہ سے ظاہر ہوگی جو محدد پر اُس تپش کو بتانے والے نشان اور اِس خط مستقیم کے مابین واقع ہو۔ جہاں یہ خط مستقیم افقی محدد کو قطع کرتا ہے وہ مقام اُس تپش کو بتاتا ہے [تقریباً ۶۲ درجہ] جس پر تپش پیما کی کوئی خطا نہ ہوگی۔

دئے ہوئے مئی تپش پیما کے متعلق بھی اسی طرح کا ایک خط کھینچا جائے۔ محددون کے مقام تقاطع ہی کو صفر درجہ سے تعبیر کیا جا سکتا ہے۔ اور ہر مربع کے افقی ضلع سے ۵ درجہ مراد لیجا سکتی ہے

مصرحہ بالا طریقہ سے دونوں تپش پیماؤں کی تمام تپشوں کے تصیحات مشخص کرو جیسا کہ نیچے دیا گیا

ہے ایسی ایک جدول تیار کرو۔

فارنہائٹ تپش پیما نشان ( )			مئی تپش پیما نشان ( )			مصحح فارنہائٹ درجہ کی مئی درجہ میں تحویل	تفاوت
نشان مشاہدہ شدہ	تصحیح	مصحح نشان	نشان مشاہدہ شدہ	تصحیح	مصحح نشان		ہ - ت
۳۱٫۸ درجہ	+۰٫۲ درجہ	۳۲٫۰ درجہ	۰ درجہ	۰ درجہ	۰ درجہ	۰ درجہ	±۰٫۰ درجہ
۶۰٫۲	-٫۰	۶۰٫۲	۱۵٫۶	+٫۱	۱۵٫۷	۱۵٫۷	+٫۰
۷۳٫۷	-٫۱	۷۳٫۶	۲۲٫۹	+٫۱	۲۳٫۰	۲۳٫۱	-٫۱
۸۸٫۳	±٫۲	۸۸٫۱	۳۰٫۹	+٫۱	۳۱٫۰	۳۱٫۲	-٫۲
۱۰۲٫۱	-٫۳	۱۰۱٫۸	۳۸٫۵	+٫۲	۳۸٫۷	۳۸٫۸	-٫۱
۱۲۱٫۶	-٫۴	۱۲۱٫۲	۴۹٫۳	+٫۳	۴۹٫۵	۴۹٫۶	-٫۱
۲۱۲٫۴	-۱٫۰	۲۱۱٫۴	۹۹٫۲	+٫۴	۹۹٫۶	۹۹٫۶	±۰٫۰

جدول کے دیکھنے سے واضح ہے کہ اِن دونوں تپش پیماؤں کا تفاوت قریب قریب مشاہدات کی خطاؤں کے درجہ پر آتا ہے۔ اور اُن کے غیر مصحح نشانوں میں جو تفاوت واقع ہے اُن کی اصل وجہ فارنہائٹ تپش پیما کی نقطہ جوش کی خطا ہے جو واقعی کسیقدر بڑی ہے۔ اِن مشاہدات سے جو نتائج برآمد ہوئے ہیں اُن سے عمل تعبیر میں کوئی اہم خطاؤں کا ہونا پایا نہیں جاتا ہے۔ جب کسی تپش پیما کو ایک اونچی تپش پر لیجا کر جلد

ٹھنڈا کر دیا جاتا ہے تو اُس کا جوفہ سکڑ کر فوراً اپنے اصلی حجم پر نہیں آتا بلکہ اِس کے لئے ایک بڑی مدت درکار ہے۔ جب اصلی حجم پر آنے کی مدت قریب ختم ہوتی ہے تو سکڑنے کی رفتار نہایت آہستہ ہوجاتی ہے۔ اِس لئے جن تپش پیماؤں کو بناتے وقت بہت گرم کرتے ہیں اکثر بنجانے کے بعد کئی سال تک اُن کا نقطہ انجماد بتدریج اوپر چڑھتا جاتا ہے۔ تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ جن تپش پیماؤں کو اونچی تپش تک پہنچانے کے بعد بہت آہستہ آہستہ ٹھنڈا کرتے ہیں ان کے نقطہ انجماد میں اس قسم کا تغیر واقع نہیں ہوتا اور عمدہ تپش پیماؤں کے ساتھ اب یہی عمل کیا جاتا ہے۔ تاہم ایسے تپش پیماؤں کو اگر جوش کھانے والے پانی کی تپش تک گرم کیا جائے تو اُن کے نقطہ انجماد میں ایک موقت انخفاض پایا جاتا ہے۔ اس انخفاض کی مقدار شیشے کی نوعیت پر موقوف ہے۔ اُس کی تعیین ہو جانی چاہئے اگر ایک درجہ کے اعشاری حصہ سے کم تک تپشیں صحت کے ساتھ دریافت کرنا مقصود ہو۔ طبی تپش پیماؤں کو جواب بھی بکثرت ایسے شیشے سے بنائے جاتے ہیں جس سے نقطہ انجماد میں کثیر تغیر پیدا ہوتا ہے وقتاً فوقتاً امتحان کر کے دیکھ لینا چاہئے ورنہ انکی

بتائی ہوئی تپشیں صحیح نہ ہوسکیں گی۔

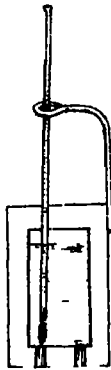
سوال۔ ایک طبی تپش پیما کا امتحان کرنے سے ۹۵ درجہ فارنہائٹ پر +۰٫۳ درجہ تصحیح اور ۱۰۵ درجہ فارنہائٹ پر -۰٫۲ درجہ تصحیح دریافت ہوئی۔ اگر نلی کی سوراخ یکساں فرض کیجائے تو بتاؤ ۹۸ درجہ فارنہائٹ پر کیا تصحیح ہوگی۔

فصل ہفدہم

حرارت نوعی (۱)

آبی حرارہ پیما

ضروری سامان - حرارہ پیما - دو شئی تپش پیما اور ایک چھوٹی شیشہ کی صراحی۔

جو آلہ حرارت کی مقدار ناپنے میں استعمال ہوتا ہے اِس کو ہم حرارہ پیما کہینگے۔ اِس مشق میں جس حرارہ پیما کا استعمال ہوگا وہ تانبے کی تختی کا بنا ہوا ایک چھوٹا سا ظرف ہے جو کاگ کے پایوں کے سہارے ایک اُس سے کیقدر بڑے ظرف کے اندر رکھا جاتا ہے (دیکھو شکل ۳۰)۔ بڑے ظرف

شکل ۳۰

یں رکھنے سے چھوٹے ظرف کی تپش میں ہوائی رو سے غیر معمولی تغیرات پیدا ہونے نہیں پاتے ۔ اس کے علاوہ ایک حد تک اِس کی حرارت اشعاع و ایصال کے ذریعہ باہر کی ہوا میں ضائع نہیں جا سکتی ۔ حرارت کی مقدار ناپنے کے لئے حرارہ پیما میں ایک معلوم کمیت مادہ کا پانی ڈالا جاتا ہے پانی کی تپش میں جو زیادتی ہوتی ہے اس سے حرارت کی مقدار دریافت کی جاتی ہے کیونکہ حرارت کی اِکائی وہ حرارت تجویز ہوئی ہے جو ایک گرام پانی کی معمولی تپش میں ایک درجہ مئی اضافہ کرنے میں صرف ہوتی ہے ۔ [درحقیقت پانی کی تپش میں ایک درجہ مئی اضافہ کرنے کے لئے مختلف تپشوں پر مختلف مقدار حرارت کی ضرورت پائی جاتی ہے لیکن یہ اختلاف نہایت خفیف ہے اور اس کے معلوم کرنے کے لئے خاص تدبیریں اختیار کرنی ہوتی ہیں۔ مترجم] بعض مصنفین کی رائے ہے کہ حرارت کی اِکائی سے وہ مقدار حرارت سمجھی جائے جو ایک گرام پانی کو ۹٫۵ درجہ مئی تپش سے ۱۰٫۵ درجہ مئی تپش پر لانے میں صرف ہوتی ہے اور وہ گرام درجہ حرارت کہلاتی ہے۔

چونکہ حرارہ پیما کے تجربے کامیابی کے ساتھ کرنے کے لئے کسیقدر مہارت چاہئے اِس لئے ہم پہلے ایک آسان مشق بتائینگے جس میں ایک معلوم کمیت

مادّہ والا گرم پانی دوسرے معلوم کمیت مادّہ والے ٹھنڈے پانی کے ساتھ ملایا جائیگا۔ اور ان کے آمیزہ کی تپش دریافت کیجئیگی۔ اس آسان تجربہ سے ثابت ہو سکے گا کہ کسی تپش کے ایک گرام پانی کی ایک درجہ تپش بڑہانے کے لئے جو حرارت صرف ہوتی ہے ہماری ضرورتوں کے لحاظ سے کافی صحت کے ساتھ ایک گرام درجہ کے مساوی ہوتی ہے جس کی اوپر تعریف ہو چکی ہے

مشق — اگر ایک کمیت $ک_۱$ کا گرام پانی جو تپش $\overline{ت_۱}$ درجہ پر ہو $ک_۲$ کمیت کے $\overline{ت_۲}$ تپش والے سرد پانی کے ساتھ ملایا جائے اور انکے آمیزہ کی تپش $\overline{ت}$ ہو تو $ک_۱$ کمیت مادّہ کے گرم پانی سے جو حرارت خارج ہوگی (اگر ہم یہ فرض کرلیں کہ ایک گرام پانی کی تپش میں ایک درجہ اضافہ کرنے کے لئے ایک ہی حرارت چاہئیے پانی کی ابتدائی تپش چاہے کچھ بھی ہو) اس کی مقدار $ک_۱ (\overline{ت_۱} - \overline{ت})$ ہے اور سرد پانی میں جو حرارت سرایت کریگی اس کی مقدار $ک_۲ (\overline{ت} - \overline{ت_۲})$ ہے۔ اگر ان حرارتوں کے سوا کوئی اور حرارت داخل یا خارج نہ ہو تو مصرحہ بالا مقادیر مساوی ہونے چاہئیں۔ پس

$$ک_۱ (\overline{ت_۱} - \overline{ت}) = ک_۲ (\overline{ت} - \overline{ت_۲}) \quad ....(۱)$$

اِس مساوات سے تپش ت شمار ہوسکتی ہے۔
واضح ہو کہ اوپر فرض کرلیا گیا تھا کہ ایک معیّن مقدار پانی کی تپش ایک درجہ بڑھانے کے لیے جو حرارت چاہیئے اس کی مقدار ایک ہی ہے ابتدائی تپش خواہ کچھ ہی ہو۔ یہ مفروضہ فی الحقیقت پورا صحیح نہیں ہے۔ لیکن معمولی حرارہ پیمائی کے تجربوں میں جس درجہ صحت تک رسائی ممکن ہے اگر اس کو پیش نظر رکھا جائے تو اس مفروضہ سے جو غلطی واقع ہوتی ہے بالکل ناقابل لحاظ ہے۔

اب یہ دیکھنا مقصود ہے کہ مساوات (۱) سے جو قیمت تپش ت کی نکل آتی ہے اس کو کہاں تک مشاہدہ سے دریافت کی ہوئی قیمت کے ساتھ مطابقت ہے۔ تجربہ کا عمل ذیل میں سمجھایا جاتا ہے۔

(۱)۔ دو مئی تپش پیما کی ضرورت ہوگی ایک گرم پانی کی تپش دیکھنے دوسرا حرارہ پیما میں جو سرد پانی ہوگا اس کی تپش معلوم کرنے کے لئے پہلے یہ دیکھ لینا چاہئے کہ آیا ان دونوں تپش پیماؤں کے مظہرہ نشانات میں جبکہ وہ حقیقت میں ایک ہی تپش پر ہوں کوئی اختلاف تو نہیں ہے۔ اِس تجربہ میں گرم پانی تقریباً ۵۰ درجہ مئی تپش تک گرم کیا جائے گا۔

(نوٹ منجانب مترجم۔ چونکہ اس ملک میں علی العموم معمل

کے پانی کی حرارت تقریباً ۳۰ درجہ مئی ہوتی ہے اس لئے یہاں ۶۵ یا ۷۰ درجہ مئی تک گرم کرنا زیادہ مناسب ہوگا] پس تپش پیماؤں کا اُسی درجہ تپش پر مقابلہ کرنا چاہئے سولھویں فصل میں تپش پیماؤں کا آپس میں مقابلہ کرنے کی غرض سے جو ظرف استعمال ہوا تھا اس میں پانی بھر دیا جائے اور حرارت پہنچا کر پانی کی تپش تقریباً ۵۰ درجہ پر لائی جائے۔ دونوں تپش پیماؤں کو پانی میں ڈبو کر پانی اچھی طرح ہلایا جائے اور تپش پیماؤں کے نشان پڑھ لئے جائیں اور اُن کا باہمی اختلاف اس طرح لکھا جائے:-

تپش پیما نشان (ا)	۵۲٫۴ درجہ مئی
تپش پیما نشان (ب)	۵۲٫۳ "

تفاوت نشان (ا) - نشان (ب) = ۰٫۱ درجہ مئی

۲- حرارہ پیما کو خالی تول لو۔ اس کے بعد میزان کے بائیں کے پلڑے میں اور ۵۰ گرام وزن زیادہ کرو۔ اور حرارہ پیما میں اتنا پانی بھر دو کہ پھر توازن قائم ہو جائے اگر ۵۰ گرام سے کسیقدر زیادہ پانی بڑھ جائے تو بجائے حرارہ پیما سے زائد پانی نکالنے کی کوشش کرنے کے

باؤں کے پلڑے میں کافی وزن بڑھا کر توازن قائم کرلو۔ حرارہ پیما میں پانی ڈال کر تولنے میں جو وزن کا تفاوت ہوگا وہ پانی کا وزن ہوگا۔

ایک تپش پیما حرارہ پیما کے پانی میں ڈال رکھو۔

۳۔ اسی طرح ایک دو اونس والی شیشہ کی صراحی میں ۵۰ گرام پانی تول لو پانی میں دوسرا تپش پیما ڈالدو اور ٹیکن پر تار جالی رکھ کر صراحی کو ایک چھوٹے بُنسن کی مشعل کے ذریعہ آہستہ آہستہ گرم کرو۔

۴۔ صراحی میں پانی گرم ہونے تک حرارہ پیما میں جو پانی ڈالا گیا تھا اس کو آہستہ سے ہلاؤ اور دیکھو کہ اسکی تپش 'ساکن' ہوئی یا نہیں۔

۵۔ جب صراحی کے پانی کی تپش تقریباً ۵۰ درجہ مئی ہو جائے (حیدرآباد میں ۶۵ یا ۷۰ درجہ) مشعل ہٹا لو اور احتیاط کے ساتھ پانی کو تپش پیما کے ذریعہ سے خوب ہلاؤ اور تمام وقت نگاہ تپش پیما پر جمائے رکھو۔

۶۔ حرارہ پیما کے ٹھنڈے پانی اور صراحی کے گرم پانی کی تپشیں درجہ کے اعشاری حصہ تک اندازاً شمار کرکے پڑھ کر یاد رکھو۔ بعد ازاں صراحی میں سے تپش پیما نکال کر صراحی کے پانی کو اس طرح ہلاؤ کہ پانی کی عام سطح کے اوپر کے حصہ میں جو قطرے پانی کے شیشہ پر

جم گئے ہوں حل جائیں اور سارا پانی جلد حرارہ پیما میں اونڈیل دو۔

۷۔ اب حرارہ پیما کے پانی کو ہلائے جاؤ۔ تپش پیما کا پارہ چڑھنے لگیگا اس کو بغور دیکھو۔ سب سے اونچی جو تپش نظر آئے درجہ کے $\frac{1}{10}$ حصہ تک اندازاً شمار کرکے پڑھ لو۔

۸۔ صراحی میں کچھ پانی بچ رہیگا۔ یہ معلوم کرنے کیلئے کہ کتنا پانی حرارہ پیما میں ڈالدیا گیا ہے صراحی کو بچے ہوئے پانی سمیت مکرر تول لینا چاہئے۔ اس وزن کو پانی اونڈیلنے سے پہلے کے وزن میں سے تفریق کرنے سے پانی کا وزن ملجائیگا۔

[ہدایت منجانب مترجم۔ چونکہ اس ملک میں صراحی کے پانی کو تقریباً ۷۰ درجہ مئی تپش تک حرارت پہنچانے کی ضرورت ہوگی اور اس تپش تک پہنچنے سے پہلے پانی کا ایک قابل لحاظ حصہ بخار بن کر اڑجاتا ہے بجائے صراحی کو دو بار تولنے کے حرارہ پیما ہی کو تین بار تول لینا زیادہ مناسب ہے۔ ایک بار خالی دوسرے مرتبہ جب کہ اس میں ٹھنڈا پانی ڈالا جاتا ہے اور تیسرے مرتبہ جبکہ اس کے ٹھنڈے پانی میں صراحی کا گرم پانی ملایا جاتا ہے۔ اس طریقۂ عمل سے ٹھنڈے اور گرم پانی کی صحیح مقداریں معلوم ہو جائینگی]

تجربہ کی کامیابی طالب علم کی تیزی عمل پر موقوف ہے۔ پہلے تجربہ سے مثلاً تشفی بخش نتیجہ برآمد نہ ہوگا۔ ایسی صورت میں تجربہ دوہرا لیا جائے لیکن سب تجربوں کے نتائج چاہے وہ تشفی بخش ہوں یا نہ ہوں حسابی عمل سے اخذ کر لئے جائیں۔ البتہ جن وجوہ سے خاص خاص تجربے ناقابل اعتماد معلوم ہوں اُن کو لکھ لیا جاسکتا ہے۔ چونکہ صراحی میں جو تپش پیما ہوتا ہے اس کا نشان پڑھکر اسکو صراحی سے باہر نکالتے ہی صراحی کا گرم پانی حرارہ پیما میں انڈیل دینا چاہیئے اس لئے گرم پانی کی آخری تپش پڑھ کر اس کو کاغذ پر لکھ رکھنے کی فرصت نہیں مل سکتی۔ اور جب تک یہ تپش صحت کے ساتھ نہ لکھی جائے سارا تجربہ بیکار ہو جاتا ہے حسب ذیل طریقہ اختیار کرنا مناسب ہوگا۔ پہلے گرم پانی میں کا تپش پیما جو سالم درجے بتائے ان کو پڑھ کر لکھ لو صرف اعشاریہ کی جگہ معرّا چھوڑ دو۔ صراحی کو ہلا کر پانی کی آخری تپش پڑھنے تک تپش میں صرف درجہ کے چند اعشاری حصوں کا فرق واقع ہوگا۔ پس یہ اعشاری حصہ دیکھ لے کر صراحی کا پانی حرارہ پیما میں ڈالدیا جائے۔ اس اعشاری حصہ کو لکھنے کی مہلت ملے تک اس کا یاد رکھنا کچھ دشوار نہ ہوگا۔

مساوات (۱) کے عمل سے گرم اور سرد پانی کے آمیزہ کی کیا تپش ہونی چاہئے" دریافت کرو اور ذیل کے نمونہ کی طرح اس کو پہلے خانہ میں لکھو۔

حرارہ پیما نشان (   )

گرم پانی میں تپش پیما نشان (۱)

اور سرد پانی میں ——— (ب) ڈالے گئے۔

صراحی اور گرم پانی دونوں کی کمیت مادہ	۷۵٫۰	۷۵٫۵	گرام
صراحی اور پانی جو صراحی میں بچ رہا ان دونوں کی کمیت مادہ	۲۵٫۵	۲۶٫۱	گرام
جو گرم پانی استعمال ہوا اسکی کمیت مادہ (ک)	۴۹٫۵	۴۹٫۴	گرام
گرم پانی کی تپش جو تپش پیما نشان (۱) پر پڑھی گئی۔	۵۳٫۳	۵۵٫۰	درجہ مئی
گرم پانی کی تپش جبکہ تپش پیما نشان (ب) کے درجوں میں اسکی تحویل کیجائے (ت)	۵۲٫۲	۵۴٫۹	〃
حرارہ پیما اور ٹھنڈے پانی کی کمیت مادہ	۷۱٫۱	۷۶٫۹	گرام
صرف حرارہ پیما کی کمیت مادہ	۲۱٫۱	۲۱٫۰	گرام
حرارہ پیما کے پانی کی کمیت مادہ ($ک_۲$)	۵۰٫۰	۵۵٫۹	〃
حرارہ پیما کے پانی کی تپش ($ت_۲$)	۱۷٫۲	۱۵٫۵	درجہ مئی
گرم اور ٹھنڈے پانی کے آمیزہ کی تپش جو مشاہدہ سے پائی گئی۔	۳۳٫۹	۳۰٫۲	〃
آمیزہ کی تپش بدون حرارہ پیما وغیرہ کے آب مساوی کا لحاظ نہ کرکے حسابی عمل سے معلوم کی گئی (ت)	۳۴٫۶	۳۰٫۸	〃
〃 〃 〃 لحاظ کرکے 〃 〃 〃 (ت)	۳۴٫۲	۳۰٫۴	〃
(حسابی عمل سے جو تپش دریافت ہوئی) ـ (مشاہدہ سے جو تپش پائی گئی)	٫۳	٫۲	〃

مشاہدہ اور حسابی عمل سے جو قیمتیں دریافت ہوئی ہیں ان میں اختلاف واقع ہونے کے اسباب تین ہیں اور یہ تینوں اس امر کے متقاضی ہیں کہ مشاہدہ سے معلوم کی ہوئی تپش حسابی عمل سے دریافت کی ہوئی تپش سے کم آئے سب سے پہلا سبب یہ ہے کہ جب گرم پانی صراحی سے حرارہ پیما میں ڈالا جاتا ہے تو صراحی کی گردن سے جو نسبتاً ٹھنڈی ہوتی ہے اور نیز سرد ہوا سے اس کا تماس ہوتا ہے اس لئے اس کی تپش کسیقدر گھٹ جاتی ہے دوسرا - یہ گرم پانی نہ صرف حرارہ پیما کے پانی کو گرمی پہنچاتا ہے - بلکہ خود حرارہ پیما اُس کے ہلانی اور تپش پیما کو بھی تیسرا - حرارہ پیما سے کچھ حرارت ہوا میں اشعاع اور ایصال کے ذریعہ منتقل ہو جاتی ہے -

دوسرے سبب کے اثر کی ہم بآسانی تعین کرسکتے ہیں - اگر حرارہ پیما کی کمیت مادہ ق ہو اس کی حرارت نوعی ن تو اس کی استعداد حرارت یا جیسا کہ اصطلاحاً کہا جاتا ہے اس کا "آب مساوی" (یعنے وہ کمیت آب جس کی تپش ایک درجہ مئی بڑھانے کے لئے اتنی ہی حرارت کی ضرورت ہو جتنی حرارہ پیما کے لئے چاہئے) ق ن ہوگا - تانبے کی حرارت نوعی تقریباً ۱، ہے - جس تجربہ کی اوپر صراحت ہوئی ہے اس میں حرارہ پیما اور ہلانی کا وزن ۸۰ گ کے

پایوں کے وزن کا لحاظ نہ کر کے ۱۱ء۲۱ گرام تھا۔ پس اس کا آب مساوی ۱۱ء۲ گرام ہوا۔ تپش پیما کا آب مساوی تخمیناً ۵ء گرام ہے۔ اس لئے حرارہ پیما اور اس کے متعلقات کی استعداد حرارت ۶ء۲ گرام ہوئی۔ حرارہ پیما میں جو پانی تھا اس کے وزن میں ۶ء۲ گرام بڑھا دینا چاہئے تاکہ (ک۲) کی صحیح قیمت یعنی ۶ء۵۲ گرام حاصل ہو۔ اور اس کے لحاظ سے تپش (ت) حسابی عمل کے ذریعہ معلوم کیجائے۔ اگر ایسا کیا جائے تو یہ تپش جس کو ہم بغرض امتیاز (تَ) لکھینگے ۲ء۳۴ درجہ مئی نکل آتی ہے۔ یہی تجربہ ۷۵ گرام پانی حرارہ پیما میں لے کر دوہرایا جائے اور ہر دو تجربوں کے نتائج جیسا اوپر بتایا گیا ہے قلمبند کئے جائیں۔

واضح ہو کہ حساب میں حرارہ پیما اور تپش پیما کے آب مساوی کو شریک کر لینے سے مشاہدہ اور حسابی عمل سے دریافت کی ہوئی تپشوں میں جو اختلاف پایا جاتا ہے بہ نسبت پہلے کے تقریباً آدھا گھٹ جاتا ہے۔

مشاہدہ اور حسابی عمل سے جو تپشیں معلوم ہوتی ہیں اُن کی آپس میں موافقت ہمارے اس مفروضہ کے ثابت کرنے کے لئے کافی ہے کہ کسی کمیت

آب کی تپش میں ایک درجہ مئی بڑہانے کے لئے ایک ہی مقدار حرارت چاہئیے اس پانی کی ابتدائی تپش خواہ کچھ بھی ہو۔

فصل ہجدہم

حرارت نوعی (۲) - آب مساوی

ضروری آلات	- حرارہ پیما - دو مئی تپش پیما - اور ایک شیشہ کی صراحی -

کسی شئے کے آب مساوی سے مراد وہ کمیت آب ہے جس کی تپش ایک درجہ بڑھانے کے لئے اتنی ہی حرارت کی ضرورت ہوتی ہے جتنی اُس شئے کے لئے - اس فصل میں تجربہ کے ذریعہ سے آب مساوی دریافت کرنے کے چند طریقے سمجھائے جائینگے -

مشق (۱)

حرارہ پیما کے آب مساوی کی تعیین -

کسی حرارہ پیما کے آب مساوی کی تعیین کافی صحت کے ساتھ اِس طرح ہو سکتی ہے - تھوڑا سا گرم پانی جس کی تپش دیکھ لی گئی ہو خالی حرارہ پیما

اونڈیلا جائے اور پانی کی تپش میں جو تنزل واقع ہو معلوم کرلیا جائے - پہلے حرارہ پیما اور ہلانی کو تول لو پھر اس میں ایک تپش پیما چند دقیقہ تک رکھو جب اس کا پارہ ایک مقام پر ٹھہر جائے تپش (تپ۱) پڑھ کر اس کو باہر نکال لو- جو صراحی تمہیں دی جاتی ہے اس میں پانی اس مقدار میں ڈالو کہ اگر اسکو حرارہ پیما میں تپش پیما رکھکر اونڈیلا جائے تو تپش پیما کا جوف اس سے ٹھیک ڈھپ جائے - اس کے بعد صراحی میں ایک تپش پیما ڈالکر صراحی کو تقریباً ۳۵ درجہ مئی تک جسکو ہم تپش تپ۲ کہینگے حرارت پہنچاؤ - [نوٹ - اس ملک میں تقریباً ۵۴ درجہ مئی تک گرم کرنا مناسب ہوگا. مترجم]

پھر مشعل ہٹاکر پانی کو خوب ہلاؤ - پانی ایک تپش پر قائم ہوتے ہی اس کو جلدی سے (لیکن کافی احتیاط کیساتھ) صراحی سے حرارہ پیما میں اونڈیل دو- اونڈیلتے وقت ایک ہاتھ سے تپش پیما کو صراحی کے اندر رکھے رہو پھر اس کو جلدی سے حرارہ پیما میں ڈالکر ہلانی کی طرح اس سے کام لو - چونکہ حرارہ پیما اور ہلانی میں گرم پانی سے حرارت بقدر و (تپ - تپ۱) سرایت کریگی - جہاں و حرارہ پیما اور ہلانی کا آب مساوی اور تپ آخری تپش ہے اس لئے تپش پیما کا پارہ جلد کچھ فاصلہ تک نیچے اتر آئیگا- اس سریع تنزل کے واقع ہونے کے بعد تپش میں یوں بھی ایصال اور اشعاع حرارت کی وجہ سے کچھ مزید کمی پیدا

ہوگی - ہمیں اس کی ضرورت ہے کہ ان دونوں میں اچھی طرح سے امتیاز ہوسکے - اس لئے کہ تپش کا صرف وہ گھٹاؤ ناپنا مقصود ہے جو پانی اونڈیلتے ہی جلدی سے وقوع میں آتا ہے - ایصال اور اشعاع کی وجہ سے جو گھٹاؤ پیدا ہوتا ہے اگر اس کی رفتار سست کردی جائے تو دونوں گھٹاؤں میں بخوبی امتیاز ہوسکے گا - قسم دوم کے گھٹاو کی رفتار سست کرنے کے لئے ضرور ہوگا کہ گرم پانی کی تپش ۳۵ درجہ مئی (اس ملک میں تقریباً ۴۵ درجہ مئی) سے اونچی نہ ہو - واضح ہے کہ جس قدر کم مقدار میں گرم پانی حرارہ پیما میں اونڈیلا جائیگا اسی قدر زیادہ گھٹاو اُس کی تپش میں واقع ہوگا اور اس لئے تجربہ کا نتیجہ زیادہ صحت کے ساتھ نکل آئے گا - لیکن ہم کو یہ بھی یاد رکھنا چاہیئے کہ پانی کی مقدار اتنی بھی کم نہ ہو کہ تپش پیما کا جوف پورا ڈوب نہ سکے - اس کے علاوہ اس کا بھی خیال رہنا چاہیئے کہ حرارہ پیما کے جس حصہ تک گرم پانی پہنچ نہیں سکتا اس کو ایصال کے ذریعہ سے حرارت پہنچنی ہوگی - ساتھ ہی اس کو سرد ہوا سے تماس ہونے کی وجہ سے اس کی حرارت زائل ہوتی رہیگی - پس اگر پانی حرارہ پیما کے ایک معتدبہ حصہ کو نہ چھوئے تو کئی خطائیں سرزد ہونگی - اس مشق میں جو آلات دئے گئے

ہیں اُن سے تجربہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ حرارہ پیما کا تقریباً ایک تہائی حصہ بھرنے کے لئے پانی کی جو مقدار چاہئے اگر وہ استعمال کیجائے تو نتیجہ کافی صحیح نکل آئیگا۔

تجربہ کے اختتام پر حرارہ پیما کو اسکے پانی سمیت تولو۔ چونکہ قبل ازیں خود حرارہ پیما کا وزن دریافت ہو چکا ہے اسلئے پانی کی کمیت مادہ ک معلوم ہوجائیگی۔ اس پانی سے جو حرارت خارج ہوتی ہے اسکی مقدار ک ($ت_۲$ - ت) ہے۔ پس جو خفیف حرارت تپش پیما سے خارج ہوئی ہو یا اسمیں داخل ہوئی ہو اسکو ناقابل لحاظ سمجھکر ہم لکھتے ہیں:—

$$و\,(ت - ت_۱) = ک\,(ت_۲ - ت)$$

یا آب مساوی $و = \frac{ک(ت_۲ - ت)}{(ت - ت_۱)}$

تجربہ دوہرا کر نتائج اس طرح لکھو:—

حرارہ پیما نشان ( ) تپش پیما نشان ( )

حرارہ پیما کی تپش ($ت_۱$)	۱۷٫۲ درجہ	۱۸٫۲ درجہ	مئی
گرم پانی کی تپش ($ت_۲$)	۳۴٫۸ "	۳۳٫۱ "	"
پانی کی تپش حرارہ پیما میں اونڈیلنے کے بعد (ت)	۳۴٫۶ "	۳۲٫۵ "	"
حرارہ پیما ہلانی اور پانی کی کمیت مادہ	۷۹٫۵	۷۲٫۴	گرام
حرارہ پیما اور ہلانی کی کمیت مادہ	۱۹٫۷	۱۹٫۷	"
پانی جو اونڈیلا گیا اسکی کمیت مادہ (ک)	۵۹٫۸	۵۲٫۷	"
حرارہ پیما کا اب مساوی (و) از روئے تجربہ	۲٫۰	۲٫۱	"
" (و) تولنے سے	۱٫۹۷	۱٫۹۷	"

مشاہدہ سے جو قیمت آب ساوی کی ماخوذ ہوتی ہے
اس کا مقابلہ حرارہ پیما کے وزن کو تانبے کی حرارت نوعی
سے (جو تقریباً ۱؍ ہے) ضرب دینے سے جو قیمت اس
کے لئے حاصل ہوتی ہے اس سے کیا جائے۔ ضرب
دینے سے ۹۷؍۱ عدد حاصل ہوتا ہے اور اگر تجربہ کی
خطاؤں پر نظر ڈالی جائے تو وہ مشاہدہ سے دریافت
کی ہوئی قیمت کے کافی قریب ہے

مشق (۲)

کسی تپش پیما کا آب مساوی دریافت کرنے کا طریقہ۔
حرارہ پیما میں اتنا پانی بھرو کہ جب اُس میں تپش پیما
اس طرح رکھا جائے کہ حرارہ پیما سے ٹھیک ادھر رہے
تو پانی سے تپش پیما کا جوفہ پورا ڈھپ جائے۔ حرارہ پیما
کو پہلے خالی اور پھر پانی سمیت تول کر پانی کی مقدار معلوم
کرو۔ اسکے بعد پانی کی تپش پڑھ کر قلمبند کرو۔
اور تپش پیما کو جس کا آب مساوی دریافت کرنا مقصود ہو پانی
کے ظرف میں تقریباً ۸۰ درجہ مئی تک گرم کرو (اس ملک
میں ۹۰ درجہ مئی تک) پھر اس کو پانی سے باہر نکال کر
اس کے جوفہ کو ایک کپڑے سے خشک کرو اور
حرارہ پیما کے پانی میں داخل کرنے سے ٹھیک پہلے
تپش پیما کی تپش معلوم کر لو۔ بعد ازاں تپش پیما کو حرارہ پیما

میں کھڑا رکھ کر دیکھو پانی کی تپش کتنی بڑھ گئی اِسی تجربہ کو دہراؤ۔

اب طالب العلم کو چاہیئے وہ مساوات لکھے جس میں تپش پیما کے آب مساوی (و) کا تعلق گرم کئے ہوئے تپش پیما کی تپش (ت۲)، حرارہ پیما کی ابتدائی تپش (ت۱) اُس کی آخری تپش (ت) اور پانی کی مجموعی کمیت (ک) جس کو حرارت پہنچی ہے (یعنے حرارہ پیما میں جو پانی ہو وہ اور خود حرارہ پیما کا آب مساوی) ان سب کے ساتھ بتایا جاتا ہے۔ اور مشاہدات سے ان کی نسبت جو معلومات حاصل ہوئی ہوں ان کے ذریعہ (و) کی قیمت دریافت کیجائے نتیجہ اس طرح لکھا جائے:۔

حرارہ پیما نشان (   )

حرارہ پیما میں جو تپش پیما رکھا ہوا تھا اس کا نشان (ا)

تپش پیما نشان (ب) کا آب مساوی

حرارہ پیما میں پانی کی کمیت	۲۸٫۱	۳۰	گرام
حرارہ پیما کا آب مساوی	۲٫۰	۲٫۰	〃
مجموعی آب مساوی (ک)	۳۰٫۱	۳۲٫۰	〃
گرم کئے ہوئے تپش پیما کی تپش (ت۲)	۷۸٫۱	۷۹٫۲	درجہ مئی
حرارہ پیما کی ابتدائی تپش (ت۱)	۱۸٫۴	۱۷٫۳	〃
〃 آخری تپش (ت)	۱۹٫۳	۱۸٫۳	〃
پس تپش پیما نشان (ب) کا آب مساوی =	٫۲۶	٫۵	گرام

آخری دو مشقیں حرارہ پیمائی کی دو عام طریقوں کی علیحدہ علیحدہ مثال ہیں۔ پہلی مشق میں مقدار حرارت کی تعیین اس طرح سے ہوئی کہ ایک دی ہوئی کمیت کے پانی کی تپش کا گھٹاؤ دریافت کیا گیا جبکہ اُس پانی میں سے وہ حرارت خارج کی گئی۔ دوسری مشق میں ایک کمیت آب کو حرارت پہنچائی گئی، اور اس سے تپش میں جو چڑھاؤ واقع ہوا اس کو معلوم کرکے اس مقدار حرارت کی تعیین کی گئی۔

فصل نوزدہم

حرارت نوعی (۳)

حرارت نوعی کی تعیین آمیزو کے طریقہ سے

ضروری سامان	حرارہ پیما، ظرف جس میں دی ہوئے شے کو گرم کرسکیں (مسخّن)، اور دو تپش پیما۔

اِس مشق میں کسی ٹھوس شے کی حرارت نوعی (ن۱) اس طرح دریافت کی جائیگی:—

دی ہوئی شے کی ایک معلوم کمیت (ک۱) تپش (ت۱) درجہ ہیٔ تک گرم کی جائیگی اور وہ جلدی سے (ک۲) کمیت کے ایک مائع میں جو تپش (ت۲) درجہ پر ہو اور جس کا اس شئے پر کوئی کیمیائی اثر نہ ہو ڈالدی جائیگی۔ اگر مائع کی حرارت نوعی (ن۲) ہو۔ حرارہ پیما اور تپش پیما کا آب مساوی (و) اور اس آمیزہ کی آخری تپش (ت) توگرم شے سے باہر آئی ہوئی حرارت اور حرارہ پیما وغیرہ

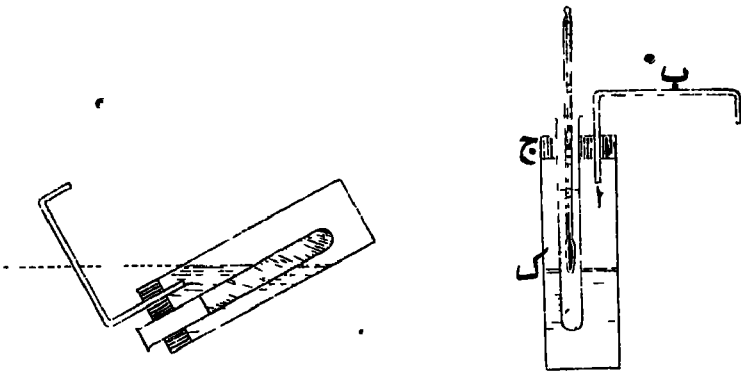
میں داخل شدہ حرارت دونوں کو مساوی مان کر ہم لکھتے ہیں :—

$$\text{ن}_1\text{ک}_1(\text{ت}_1-\text{ت}) = (\text{ن}_2\text{ک}_2+\text{و})(\text{ت}-\text{ت}_2)$$

اس مساوات سے ظاہر ہے کہ اگر ٹھوس شئے اور مائع میں سے کسی ایک کی حرارت نوعی معلوم ہو تو دوسری کی بھی حرارت نوعی مصرحہ بالا طریقہ سے معلوم ہوسکتی ہے۔
بطور مثال کے سنگ مرمر کو گرم کرکے پانی میں ڈالا جائیگا جس کی حرارت نوعی کی قیمت (۱) ہے اور اوپر والی مساوات کی مدد سے سنگ مرمر کی حرارت نوعی دریافت کیجائیگی اس مساوات میں (ک_2) کی قیمت ۱ لکھنے سے

$$\text{ن}_1\text{ک}_1(\text{ت}_1-\text{ت}) = (\text{ن}_2+\text{و})(\text{ت}-\text{ت}_2)$$ مساوات ملتی ہے۔

سنگ مرمر کے ٹکڑوں کو پانی کے جوش کی تپش تک گرم کرنے کے لئے جو آلہ دیا جاتا ہے اس کا عمل شکل (۳۱) کے دیکھنے سے سمجھ میں آئیگا۔ ٹکڑے نلی (ا) میں ڈالے جاتے ہیں ایک کاگ (ح) کے ذریعہ یہ نلی ایک اس سے زیادہ کشادہ نلی (ک) میں جس میں پانی ہوتا ہے اُتاری جاتی ہے۔ پہلے کاگ نکالکر دیکھ لینا چاہئے کہ اُس کشادہ نلی کا تقریباً ایک تھائی حصہ پانی سے بھرا ہے اس کے بعد کاگ

جمادیا جائے۔ کاگ میں (۲) نلی کے علاوہ ایک دوسری نلی (ب) بھی نصب ہے جو دونوں طرف سے کھلی اور دو جگہ سے مڑی ہوئی ہے۔ اس کے ذریعہ سے پانی کا بخار باہر نکل آتا ہے۔ نلی (ب) کی شکل اور لمبائی ایسی ہونی چاہیئے کہ اگر آلہ کو شکل (۳۲) کی طرح (۲)

شکل ۳۲ شکل ۳۱

نلی کے مافیہ کو حرارہ پیما میں گرادینے کی غرض سے ٹیڑھا کیا جائے تو (ک) نلی میں سے پانی گرنے نہ پائے۔ پہلے امتحان کرکے اس کا یقین کرلیا جائے پھر تجربہ اس طرح کیا جائے:-

۱- سنگ مرمر کے چھوٹے ٹکڑے اس مقدار میں تول لو کہ اگر ان کو نلی (۲) میں ڈالیں تو اس کا $\frac{2}{3}$ حصہ ان سے بھر جائے۔ اس کا آدھا حصہ نلی میں ڈالو

بعد ازاں تپش پیما اس میں داخل کر کے باقی حصہ مرمر کے ٹکڑوں کا احتیاط کے ساتھ تپش پیما کے گرد نلی میں بھر دو

۲۔ گرم کرنے کے آلہ کو ایک ٹیکن پر رکھ کر بنسن کی ایک شعل سلگھاؤ۔ مڑی ہوئی نلی کے نیچے ایک ظرف رکھو تاکہ اس میں سے جو پانی نکل آئے اس میں جمع ہو جائے۔ پانی جب ابلنے لگے تو شعلہ دھیما کردو تاکہ تجربہ کے لئے دوسری جن تیاریوں کی ضرورت ہو انکے پورے ہونے تک آلہ میں کا پانی ٹھیک نقطہ جوش پر رہے۔

۳۔ حرارہ پیما اور ہلانی کو تولو۔ حرارہ پیما میں اتنا پانی ڈالو کہ وہ آدھے سے کسیقدر زیادہ بھر جائے پھر اسکو تول لو اور اس میں ایک تپش پیما ڈالو۔ جب پانی ایک تپش پر قائم ہو جائے اس کو پڑھ لو۔

۴۔ گرم کرنے کے آلہ میں اگر پانی چند دقیقہ جوش کھائے تو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ مرمر کے ٹکڑوں میں جو تپش پیما رکھا گیا ہے اس کا پارہ تقریباً ۹۹ یا ۱۰۰ درجہ مئی پر کھڑا ہوگا۔ (اگر بار پیما کی بلندی بہت زیادہ ہو تو ۱۰۰ درجہ سے کسی قدر اوپر ٹھرنا بھی ممکن ہے)۔ [نوٹ منجانب مترجم شہر حیدرآباد میں تپش ۹۷ یا ۹۸ درجہ ہی ہوگی]۔ اگر پانچ دقیقہ تک یہ حالت قایم رہے تو تپش لکھ لی جائے۔ اسی طرح حرارہ پیما کی تپش پڑھکر لکھ لی جائے۔ اس کے بعد تپش پیما کو گرم کرنے کے آلہ میں سے نکال کر آلہ کو سبز بانات

اطراف لپٹ کر ٹیکن پر سے اٹھا لو اور جلدی سے مرمر کے ٹکڑوں کو حرارہ پیما میں اونڈیلدو ۔ لیکن ذرا سی دیر کے لئے جبکہ یہ ٹکڑے پانی میں اونڈیلے جائیں حرارہ پیما میں سے تپش پیما باہر نکال لیا جائے ۔ [اس کا بھی خیال رہے کہ ان ٹکڑوں کے گرنے سے پانی باہر اوچھل نہ جائے ۔ مترجم] گرم کرنے کا آلہ حرارہ پیما کے قریب میں جس قدر کم مدت رکھنا ممکن ہو رکھا جائے مبادا کہ اُس کے اشعاع سے حرارہ پیما کو گرمی پہنچے ۔

۵ ۔ مرمر کے ٹکڑوں اور حرارہ پیما کے پانی کو اچھی طرح ہلاو اور دیکھو اس میں جو تپش پیما رکھا گیا ہے اسکی تپش کہاں تک چڑھی ہے ۔

۶ ۔ اِسی تجربہ کو دوہراو ۔

جیسا کہ مصرحہ ذیل مثال میں لوہے کی حرارت نوعی دریافت کرنے کے لئے کیفیت لکھی گئی ہے مشاہدات قلمبند کرو ۔

حرارہ پیما نشان (   ) استعمال ہوا

گرم کرنے کے آلہ میں تپش پیما نشان (   ) سے

اور حرار پیما میں تپش پیما نشان (   ) سے کام لیا گیا ۔

لوہے کی چھیلن کی کمیت مادہ (ک۱)	۵۰	۵۵٫۱	گرام
حرارہ پیما کے پانی کی کمیت مادہ (ک۲)	۹۲٫۲	۱۰۴٫۱	″
حرارہ پیما اور تپش پیما کا آبِ مساوی (جو قبل ازیں دریافت ہو چکا ہے)	۵٫۰	۵٫۰	″
پانی کی پوری کمیت جو گرم کی گئی	۹۷٫۲	۱۰۹٫۱	″
لوہے کی تپش (ت۱)	۹۹٫۱ درجہ	۹۹٫۲ درجہ	مئی
حرارہ پیما کی تپش (ت۲)	″ ۱۸٫۲	″ ۱۹٫۱	″
آمیزہ کی تپش (ت)	″ ۲۲٫۸	″ ۲۳٫۵	″
لوہے کی حرارت نوعی جو حسابی عمل سے دریافت ہوئی	٫۱۱۷	٫۱۱۶	

نوٹ۔ اس تجربہ میں بجائے مرمر کے ٹکڑوں اور پانی کو علیحدہ علیحدہ تولنے کے پہلے خالی حرارہ پیما تول لیا جاسکتا ہے، پھر جبکہ اس میں پانی ڈالا جاتا ہے، اور سب سے آخر تجربہ کے اختتام پر، جبکہ اس میں پانی اور مرمر کے ٹکڑے ہوتے ہیں۔

تجربہ میں کن امور کی نسبت احتیاط کرنی چاہئیے اور کس حد تک نتیجہ صحیح نکل آنے کی توقع کیجاسکتی ہے انکے معلوم کرنے کے لئے ہم دیکھتے ہیں کہ مصرحہ بالا مثال میں تپش کا ارتفاع صرف بقدر ۴٫۶ درجہ مئی ہوا ہے۔جس سے واضح ہے کہ تپش کے پڑھنے میں اگر $\frac{1}{10}$ درجہ کی خطا واقع ہو تو حسابی عمل سے حرارت نوعی کی جو قیمت دریافت ہوتی ہے اس میں ۲ فیصد کی خطا پیدا ہوگی۔پس اصولاً نتیجہ اسی حد تک صحیح برآمد ہونے کی توقع ہوسکتی ہے۔چونکہ اس تجربہ میں تپش پیما کے ذریعہ سے پانی کی تپش میں جو فرق ناپا جاتا ہے اس میں تپش پیما کے صفر درجہ اور سو درجہ پر کی خطاؤں کی وجہ سے اس درجہ کی خطا نہیں ہونے پاتی اسلئے ان خطاؤں کے معلوم کرنے کی کوئی ضرورت نہیں۔ اسی طرح گرم کرنے کے آلہ میں کے تپش پیما کی خطا پانی کے نقطہ جوش کے قریب علی العموم زیادہ سے زیادہ بھی اگر ہوگی تو ایک درجہ نہ ہوگی۔ اگر اوپر والی مثال میں لوہے کی تپش سو درجہ ہوتی بجائے ۹۹٫۱ درجہ کے

جیسا کہ تپش پیما پر پڑھی گئی تو نتیجہ میں صرف ۱۰۵ فیصد کی خطاء واقع ہوتی اسلئے کہ لوہے کی تپش بجائے ۷۶۰۳ درجہ اترنے کے جیسا کہ فرض کیا گیا ہے ۷۷۰۲ درجے اترتی۔ تاہم اگر تپش پیما کی نقطہ جوش پر کی خطا معلوم ہوچکی ہو تو اس کو حساب میں شریک کرسکتے ہیں۔ باٹوں کے وزن میں ایک فیصد سے کم خطا ہونی چاہئے۔ بالفاظ دیگر تقریباً آدھے گرام تک وزن صحیح معلوم ہونا چاہئے۔

حرارہ پیما سے جو حرارت اشعاع کے ذریعہ خارج ہوتی ہے اس کو حساب میں شمار نہیں کیا گیا یہ حرارت مرمر کے ٹکڑے ڈالنے کے بعد سے آخری تپش دریافت ہونے تک خارج ہوتی ہے اس کے برخلاف جب مرمر کے ٹکڑوں کو پانی میں ڈالنے کی غرض سے گرم کرنے کا آلہ حرارہ پیما کے قریب لایا جاتا ہے تو آلہ سے کچھ حرارت اشعاع کے ذریعہ حرارہ پیما میں داخل ہوتی ہے۔ اور بعد میں اس کی حرارت میں جو کمی واقع ہوتی ہے اُس کی ایک حد تک تلافی ہوجاتی ہے۔ آئندہ فصل میں صفحہ (۱۰۶ جلد دوم) پر اشعاع حرارت کی خطاء دور کرنے کے لئے ایک آسان طریقہ بتایا جائیگا۔ مزید اطلاع کی غرض سے طالب علم اُس کو اس تجربہ کی ضمن میں پڑھ سکتے ہیں۔

اگر کسی ٹھوس شئے کی حرارت نوعی (ن ا) پہلے سے معلوم ہو تو اسی طریقہ پر عمل پیرا ہونے سے کسی مائع کی

حرارت نوعی (ن) دریافت کیجا سکتی ہے۔ بشرطیکہ مایع کا اُس شئے پر کوئی کیمیائی اثر نہ ہو۔

اگر کیمیائی اثر ہو تو ٹھوس شئے کو ایک بند شیشے کے ظرف میں یا کسی دوسرے مناسب ظرف میں بند کرسکتے ہیں جسپر دئے ہوئے مائع کا کوئی اثر نہ ہو۔ ایسی صورتمیں اُس ظرف میں جو حرارت داخل ہوگی (یا اس سے خارج ہوگی) اُس کو بھی حساب میں شمار کرنا ضرور ہوگا۔

مخفی حرارتیں

ضروری سامان	حرارہ پیما ۔ تپش پیما ۔ برف ۔ شیشہ کی صراحی ۔ نکاس نلی ۔ اور مکثفہ ۔

جب کوئی شئے ٹھوس حالت سے مایع کی حالت میں یا مایع کی حالت سے گیس کی حالت میں بدلتی ہے تو اُس کو ایک معیّن مقدار حرارت پہنچانا ہوتا ہے جس سے اُس کی تپش پر کوئی اثر نہیں پڑتا ۔ اور یہ مقدار حرارت حالت کے لحاظ سے پگھلنے کی مخفی حرارت یا تبخیر کی مخفی حرارت کہلاتی ہے ۔

اس مخفی حرارت کی تعیین اِس طرح ہوتی ہے کہ دی ہوئی شئے مائعی حالت (یا گیسی حالت) میں ایک ٹھنڈے حرارہ پیما میں ڈالی جاتی ہے اس سے حرارہ پیما

کی تپش میں ارتفاع واقع ہوتا ہے۔ اس ارتفاع کے ناپنے سے حرارہ پیما کو جسقدر حرارت پہنچی ہو اُس کا شمار ہوسکتا ہے۔ یہ مقدار حرارت گرم شئے سے دو حصوںمیں خارج ہوتی ہے۔ حصہ (۱) جبکہ اس کی طبیعی حالت میں تبدیلی ہورہی تھی یعنے وہ مائع سے ٹھوس حالت میں یا گیس سے مایع کی حالت میں آرہی تھی۔ حصہ (۲) تبدیل حالت کے بعد جبکہ وہ ٹھنڈی ہوکر حرارہ پیما کی آخری تپش پر آرہی تھی۔ اگر اُس شئے کی حرارت نوعی پہلے سے معلوم ہو تو خارج شدہ حرارت کا حصہ دوم حسابی عمل سے دریافت ہو جاتا ہے اور مجموعی خارج شدہ حرارت میں سے اس کو تفریق کرنے سے حصہ اول معلوم ہوتا ہے اور اس سے شئے کی مخفی حرارت نکل آتی ہے۔

مشق (۱)

برف کے پگھلاؤ (یا اماعت) کی مخفی حرارت کی تعیین (یا پانی کی مخفی حرارت کی تعیین)۔

اِس خاص صورت میں عام طریقہ کے بالعکس عمل ہوتا ہے۔ صفر درجہ مئی کی برف (جس کو ہم پگھلتی ہوئی برف کہینگے) ایک حرارہ پیما میں جس میں کمرہ سے چند درجے اونچی تپش کا پانی ہو ڈالی جاتی ہے۔ برف کے پگھلنے میں حرارت جذب ہوتی ہے اور اسکی وجہ سے حرارہ پیما کے پانی کی تپش میں گھٹاؤ واقع ہوتا ہے۔

جو حرارہ پیما دیا جاتا ہے اُس کو تول لو اور اُس میں تقریباً ۲۰ درجہ مئی تپش کا پانی اُس مقدار میں ڈالو کہ حرارہ پیما آدھے سے کچھ زیادہ بھر جائے۔ اس کے بعد اُس کو مکرر تولو تاکہ اُس میں جو پانی ڈالا گیا اس کا وزن معلوم ہو جائے۔ ایک تپش پیما پانی میں ڈال کر پانی کی تپش لکھ رکھو۔ جو برف دی گئی ہے اُس میں سے ایک ٹکڑا تقریباً ۱۰ گرام وزن کا لیکر جاذب سے خشک کرو اور انگلیوں سے بچا کر حرارہ پیما میں ڈالدو۔ اور ہلانی سے اُس کو اس طرح ہلاؤ کہ وہ ہمیشہ پانی کے اندر ہی رہے۔

ہر آدھے دقیقہ کو تپش پیما پڑھ کر تپش لکھو یہاں تک کہ تپش کا اترنا موقوف ہو کر چڑھاؤ شروع ہو جائے۔

اس کے بعد اور ایک بار حرارہ پیما اور اُس کے مافیہ کو تول لو۔

پھر سارا تجربہ دوہراؤ۔

اگر $ک_۱$ = صفر درجہ مئی کی برف کی کمیت

$م$ = پانی کی مخفی حرارت

$ک_۲$ = حرارہ پیما کے پانی کی کمیت

$ت_۱$ = حرارہ پیما کی ابتدائی تپش

$ت_۲$ = حرارہ پیما کی آخری تپش

$و$ = حرارہ پیما اور تپش پیما کا آب مساوی

تو حرارہ پیما سے جو حرارت خارج ہوئی اسکی مقدار = $(ک_۲ + و)(ت_۱ - ت_۲)$

اور برف میں جو حرارت داخل ہوئی اسکی مقدار = $ک_۱ م + ک_۱ ت_۲ = ک_۱(م + ت_۲)$

یہ دونوں مقداریں برابر ہونی چاہئیں۔

$$پس\ م = \frac{ک_۲ + و}{ک_۱}(ت_۱ - ت_۲) - ت_۲$$

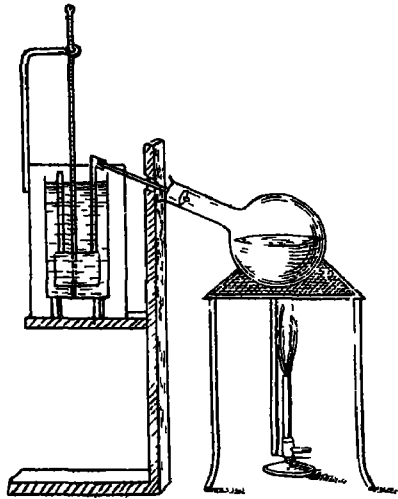
نتیجہ حسب نمونہ ذیل لکھا جائے:—

حرارہ پیما کا وزن	۵۵ء۱	۵۵ء۱	گرام
حرارہ پیما اور پانی کا وزن	۲۰۱ء۱	۲۱۷ء۲	"
پانی کا وزن ($ک_۲$)	۱۴۶ء۰	۱۶۲ء۱	"
حرارہ پیما اور اسکے مافیہ کا وزن آخر میں	۲۱۴ء۳	۲۳۱ء۲	"
برف کا وزن ($ک_۱$)	۱۳ء۲	۱۴ء۰	"
حرارہ پیما وغیرہ کا آب مساوی (و)	۵ء۵	۵ء۵	"
عی پانی ($ک_۲$ + و)	۱۵۱ء۵	۱۶۷ء۶	"
ابتدائی تپش ($ت_۱$)	۲۲ء۳ درجہ	۲۳ء۳ درجہ	سٹی
آخری تپش ($ت_۲$)	۱۴ء۲ "	۱۵ء۴ "	"
پانی کی مخفی حرارت	۷۹ء۰	۷۹ء۶	

[نوٹ۔ منجانب مترجم۔ برف کی ۱۰ گرام وزن کی ایک ڈلی لینے کے بجائے اگر چھوٹے چھوٹے ٹکڑے جاذب سے خشک کرکے پانی میں ڈال کر ہلائیں تو زیادہ مناسب ہوگا]

مشق (۲)

پانی کی تبخیر کی حرارت مخفی (یا بالفاظ دیگر بھاپ کی مخفی حرارت) دریافت کرنا۔

دیئے ہوئے حرارہ پیما ہلانی اور مکثفہ کو تول لو۔ پھر حرارہ پیما میں پانی اتنا ڈالو کہ پورا بھر جانے کے لئے کوئی دو سنٹی میٹر باقی رہ جائیں پانی کمرہ کی تپش کا چاہئے۔ حرارہ پیما کو دوبارہ تول لو۔

شکل ۳۳

پہلے امتحان کر کے دیکھ لو آیا صراحی اور ربڑ کی نلی لگی ہوئی نکاس نلی کو شکل (۳۳) کی طرح ترتیب دیا جا سکتا ہے ربڑ کی نلی مکثفہ کے سرے کے لحاظ سے کسیقدر

ڈھیلی ہونی چاہیئے تاکہ دونوں میں جوڑ ملانے اور کھولنے میں آسانی ہو - اِس کی ضرورت نہیں کہ جوڑ میں سے بھاپ باہر نکل نہ سکے - مکثف کو نکاس نلی سے جُدا کرو اور صراحی کے پانی کو دھیما جوش دو - پانی سے جو بھاپ پیدا ہو اس کو ہوا میں چلی جانے دو -

حرارہ پیما کے پانی کی تپش دیکھو - اور ایک خاص وقت معین کرکے حرارہ پیما کی وضع ٹھیک کرو اور نکاس نلی کے سرے کو مکثف کی نلی میں پہنا دو - بھاپ کا پانی بننے لگیگا اور حرارہ پیما کے پانی کی تپش میں ترقی ہوگی - پانی کو اچھی طرح ہلا کر تپش پیما ہر آدھے دقیقہ کو دیکھا جائے اور جب تپش ۳۰ درجہ مئی تک پہنچ جائے نکاس نلی کو مکثف سے علیحدہ کرلو - [اِس ملک میں چونکہ پانی کی معمولی تپش ۳۰ درجہ کے قریب ہوا کرتی ہے جاہیے اس وقت تک پانی میں داخل کیجانی چاہیئے کہ پانی کی تپش میں تقریباً ۱۵ درجہ کی ترقی واقع ہو - مترجم]

لیکن پہلے کی طرح اب بھی ہر آدھے دقیقہ کو تپش دیکھ لی جائے یہاں تک کہ پانی سب سے اونچی تپش پر پہنچنے کے بعد سے کامل دو دقیقہ گزر جائیں تب مکثف کو اس جگہ سے اٹھا لو اس کی بیرونی سطح کو خشک کرو اور دوبارہ اس کے مظروف سمیت

اس کو تول لو ۔

بھاپ کی مخفی حرارت کی تعیین کے لئے مساوات لکھو۔ اس میں (م) سے بھاپ کی مخفی حرارت، (ک) سے کمیت (ت) سے تپش وغیرہ مفہوم ہو گی ۔

مشاہدات حسب تفصیل ذیل درج ہوں:۔

پہلا تجربہ

۳ بجکر ۳۰ء۵ دقیقہ کو پانی کی تپش ۱۶ء۶ درجہ تھی اور اسوقت بھاپ داخل کی گئی

۳ " ۳۳ء۵ " " ۲۹ء۵ " اور اسوقت بھاپ بند کردی گئی

۳۴ " " ۳۱ "

۳۴ء۵ " " ۳۰ء۷ "

۳۵ " " ۳۰ء۵ "

۳۵ء۵ " " ۳۰ء۴ "

۳۶ " " ۳۰ء۳ "

دوسرا تجربہ

۴ بجکر ۲۵ء۵ دقیقہ تپش ۱۳ء۰ درجہ تھی اسوقت بھاپ داخل کی گئی

۴ " ۲۶ء۵ " " ۳۱ء۷ " " بھاپ بند کردی گئی

۲۸ " " ۳۳ء۱ "

۲۸ء۵ " " ۳۳ء۳ "

۲۹ " " ۳۳ "

۲۹ء۵ " " ۳۲ء۸ "

۳۰ " " ۳۲ء۵ "

۳۰ء۵ " " ۳۲ء۳ "

	پہلا تجربہ	دوسرا تجربہ
خالی حرارہ پیما کا وزن	۶ء۵۴ گرام	۵۵ء۰ گرام
حرارہ پیما کا وزن پانی سمیت	۱۶۱ء۹ 〃	۱۵۳ء۱ 〃
پس پانی کی کمیت (ک٢)	۱۰۷ء۳ 〃	۹۸ء۱ 〃
خالی مکثفہ کا وزن	۴۰ء۰ 〃	۴۰ء۱ 〃
مکثفہ اور پانی کا وزن بھاپ پانی بننے کے بعد	۴۲ء۹ 〃	۴۳ء۷ 〃
پس بھاپ سے جو پانی بنا اسکی کمیت (ک١)	۲ء۹ 〃	۳ء۶ 〃
حرارہ پیما اور مکثفہ کا آب مساوی (و)	۹ء۴ 〃	۹ء۵ 〃
مجموعی آب مساوی	۱۱۶ء۷ 〃	۱۰۷ء۶ 〃
حرارہ پیما کی ابتدائی تپش (ت١)	۱۶ء۰ درجہ مئی	۱۳ء۰ درجہ مئی
حرارہ پیما کی سب سے اونچی تپش (ت٢)	۳۱ء۰ 〃	۳۳ء۳ 〃
پس بھاپ کی مخفی حرارت (م) اشعاع کی خطا کی تصحیح بغیر	۵۱۰	۵۳۱

مصرحہ بالا اعداد سے طلبہ کو معلوم ہوگا کہ بھاپ بند کر دینے کے بعد بھی تھوڑی دیر تک پانی کی تپش بڑھتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ مکثفہ کے پانی میں سے حرارت خارج ہوکر اس کی تپش اور حرارہ پیما کے پانی کی تپش دونوں مساوی ہونے کے لئے کسیقدر وقت چاہئے۔

اِس تجربہ میں جن خطاؤں کے سرزد ہونے کا احتمال ہے اور جن کے انسداد یا تصحیح کا کوئی انتظام نہیں ہوا ہے

اُن کے منشاء کی نشاندہی ضرور ہے سب سے پہلے
حساب میں یہ فرض کر لیا گیا تھا کہ بھاپ ۱۰۰ درجہ مئی
پر پانی میں مبدل ہوئی۔ یہ صرف اُسی صورت میں صحیح
ہو سکتا ہے جبکہ بار پیما ٹھیک ۷۶ سنتی میٹر بلندی بتائے
چونکہ بھاپ کی مخفی حرارت کی قیمت میں صرف ایک کا
تفاوت آنے کے لئے بار پیما کی بلندی میں تین سنتی میٹر
کا فرق چاہئے اور دوسرے ظنی خطاؤں سے اس سے
بہت زیادہ تفاوت پیدا ہوتے ہیں اِس نوع کے تجربہ
میں جس میں زیادہ باریکی کی کوشش نہیں کی جا رہی ہے
ہوائی دباؤ کے اختلاف سے پانی کے نقطہ جوش میں جو تغیرات
واقع ہوتے ہیں اِن کا لحاظ کرنے کی ضرورت نہیں۔
اس بات کے فرض کر لینے سے کہ جو حرارت حرارہ پیما
میں داخل ہوتی ہے ساری کی ساری پانی کو گرمی پہنچانے
میں صرف ہوتی ہے اور اشعاع ایصال اور حمل کے
ذریعہ اس کا کچھ بھی حصہ ضائع نہیں جاتا۔ حساب
میں اہم خطا واقع ہوتی ہے۔

حرارہ پیمائی کے زیادہ باریکی کے تجربوں میں تپش پیما
پر جب آخری تپشیں پڑھی جاتی ہیں تو اُن کی تصحیح کر لی
جاتی ہے تاکہ اُس تپش کا پتہ چلے جو حرارہ پیما سے
حرارت کا کوئی جزو باہر نہ جانے کی صورت میں مشاہدہ
ہوتی۔ اُس تصحیح کے معلوم کرنے اور استعمال میں لانے کے

طریقے سمجھانا اس کتاب کے پڑھنے والے طلبہ کے پایہ علم سے متجاوز ہے لیکن ہم اس کی تقریبی قیمت دریافت کرنے کا ایک سہل طریقہ بتاتے ہیں جو اِس مشق کے لئے موزوں ہے۔ اسی تصیح کے معلوم کرنے کے لئے طالب علم کو ہدایت دی گئی تھی کہ تپش پیما پر سب سے اونچی تپش پڑھے جانے کے بعد بھی دو دقیقہ تک تپش دیی جائے۔ جو مثالیں اوپر دی گئی ہیں اُن پر نظر ڈالنے سے معلوم ہوگا کہ پہلے تجربہ میں تپش پیما کی تپش ان دو دقیقوں میں ۰٫۰۷ درجہ مئی اُتر آئی۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ حرارہ پیما سے جو حرارت باہر منتشر ہوتی ہے (بوجہ اشعاع و ایصال و حمل) اُسکی تپش کو دو دقیقوں میں ۰٫۰۷ درجہ مئی گھٹا دے سکتی ہے۔ بھاپ جس وقت سے حرارہ پیما میں داخل ہونا شروع ہوئی اس وقت سے لیکر تپش پیما پر سب سے اونچی تپش دکھائی دینے تک جملہ $3\frac{1}{2}$ دقیقے صرف ہوئے اور اگر اس سالم مدت میں انتشار حرارت کی وہی شرح ہوتی جو تجربہ کے اختتام پر تھی تو ان $3\frac{1}{2}$ دقیقوں میں جو حرارت ضائع گئی اس کی وجہ سے تپش پیما کی مظہرہ تپش میں $\frac{0.07 \times 3.5}{2} = 0.12$ درجہ مئی گھٹاؤ واقع ہوتا۔ لیکن حرارہ پیما سے جو حرارت منتشر ہوتی ہے اُس کی شرح حرارہ پیما اور اس کے ماحول کی تپشوں کے تفاوت

پر موقوف ہے تجربہ کی ابتدا کے وقت حرارہ پیما کی تپش اس کے گرد و نواح کی ہوا کی تپش تھی اس لئے اس سے کچھ بھی حرارت باہر نہیں جانے پاتی تھی لیکن جوں جوں حرارہ پیما کی تپش اونچی ہوتی گئی اسمیں سے زیادہ زیادہ حرارت خارج ہوی ۔ اگر اشعاع کے ذریعہ خارج ہونے والی حرارت تپش کے چڑھاؤ کی مناسبت سے بڑھے تو اس سالم مدت (یعنے ۲ ½ دقیقہ) میں بروئے اوسط فی ثانیہ جو حرارت منتشر ہوئی، ہے مقدار میں تجربہ کے اختتام پر جو حرارت فی ثانیہ ضائع جاتی تھی اس کا صرف نصف ہوگی ۔ پس اشعاع کے ذریعہ جو حرارت بھاپ داخل ہونے کے وقت سے تپش پیما پر سب سے اونچی تپش پڑھی جانے تک ضائع گئی ہے متذکرہ بالا حرارت کا صرف نصف ہے یعنے اس کے اخراج کی وجہ سے ۰٫۰۶ درجہ مئی کا گھٹاؤ واقع ہوتا ہے یہی ۰٫۰۶ درجہ مئی تصحیح مقصود ہے ۔ اس کو ہم تصحیح بوجہ اشعاع کہینگے ۔ اس لئے اگر حرارہ پیما کی حرارت کی پوری نگہداشت کی جاتی اور اس کا کوئی جزو باہر جانے نہ پاتا تو تپش پیما پر سب سے اونچی تپش ۳۱٫۶ درجہ مئی پڑھی جاتی ۔ اسی طرح دوسرے تجربہ میں تپش پیما کی سب سے اونچی تپش ۳۲٫۷ درجہ ہوتی ۔

مشاہدات کی حسب طریقہ مصرحہ بالا تصحیح کرو اور مصححہ تپشوں کے لحاظ سے حرارت مخفی شمار کرو۔ بیاض میں نتائج اس طرح لکھے جائیں:—

حرارہ پیما کی سب سے اونچی تپش (اشعاع وغیرہ کی تصحیح کر کے) ۳۱٫۶ درجہ　۳۳٫۷ درجہ

بھاپ کی مصححہ مخفی حرارت　۵۳۶　۵۵۴

بھاپ کی مخفی حرارت پر یہ مشق یہاں اس لئے سمجھائی گئی کہ حرارہ پیمائی میں وہ ایک مفید مشق ہے۔ لیکن صحیح نتائج کی اس وقت تک توقع نہیں کیجا سکتی جب تک نہایت احتیاط سے کام نہ لیا جائے۔ جو سادہ آلہ اس مشق کے لئے بتایا گیا ہے اس سے بہ نسبت دوسری وضع کے آلات کے جن میں مکثفہ کو استعمال نہ کر کے بھاپ صراحی سے سیدھا حرارہ پیما میں داخل کیجاتی ہے زیادہ باہمدیگر مطابق نتائج برآمد ہوتے ہیں۔ مکثفہ کو حرارہ پیما سے علحدہ کر کے پہلے خالی اور پھر بھاپ ٹھنڈی ہو کر پانی بننے کے بعد اس پانی سمیت ایک زیادہ نازک (حساس) میزان میں تولنے سے نتائج میں اس سے بھی زیادہ صحت پائی جائیگی۔

اوپر جو تجربے درج ہیں اُن میں سے پہلے تجربہ کا نتیجہ صحیح نتیجہ سے بہت قریب ہے لیکن دوسرے تجربہ کا نتیجہ علی العموم جو نتائج برآمد ہوتے ہیں اُنکی بہ نسبت صحیح قیمت سے زیادہ بعید ہے۔ جو ہدایتیں دی گئی ہیں

اُن پر کاربند ہوں تو طلبہ کو ایسے نتیجے حاصل کرنے میں جنمیں صحیح نتیجہ سے ۳ فی صد سے زائد خطا نہو کوئی دقت پیش نہیں آئگی

چونکہ جو بخار مکثفہ میں ٹھنڈا ہوتا ہے حرارہ پیما کے مایع سے اس کو تماس ہونے نہیں پاتا یہی آلہ اور یہی طریقہ کسی بھی مائع کے تبخیر کی مخفی حرارت دریافت کرنے میں مستعمل ہوسکتا ہے ۔

اگر کسی مائع کی تبخیر کی حرارت مخفی (م) اس کی حرارت نوعی ($ن_{1}$) اور اس کا نقطہ جوش (ت) معلوم ہوں تو اسی آلہ اور اسی طریقہ سے حرارہ پیما میں کوئی بھی مائع بخار ٹھنڈا کرنے کی غرض سے ڈالکر اس کی حرارت نوعی ($ن_{2}$) دریافت کرسکتے ہیں ۔ جس مساوات کے ذریعہ ($ن_{2}$) کا شمار ہوتا ہے یہ ہے ۔

$$ک_{1}\{م + ن_{1}(ت - ت_{2})\} = (ک_{2}ن_{2} + و)(ت_{2} - ت_{1})$$

جہاں $ت_{1}$ اور $ت_{2}$ حرارہ پیما کی ابتدائی اور آخری تپشیں ہیں ۔

مشق (۳)

پانی کی بھاپ کیلئے جو طریقہ سمجھایا گیا اسی طریقہ سے کاربن ٹیٹرا کلورائڈ کی تبخیر کی حرارت مخفی دریافت کرو ۔ اس مائع کا نقطہ جوش ۷۷ درجہ مئی ہے اور اس کی حرارت نوعی ۰٫۲ ہے

مشاہدات مشق (۲) کی طرح درج ہوں ۔

فصل بست و یکم

نقطہ اماعت و نقطہ جوش

ضروری آلات	ایک امتحانی نلی معہ نفطلیں دو تپش پیما۔ ایک صراحی۔ کاربن ٹٹرا کلورائڈ۔ پن جنتر اور مکثف

اگر ایک قلمی ٹھوس شئے گرم کی جائے تو ایک خاص واضح تپش پر وہ مائع میں مبدل ہوتی ہے۔ اگر اس مائع کو ٹھنڈا ہونے دیا جائے تو وہ اسی تپش پر پھر ٹھوس شئے بن جاتی ہے۔ اس تپش کا نام ٹھوس شئے کا نقطہ اماعت (یا پگھلاؤ کا نقطہ) ہے۔ دوسرے اعتبار سے اس کو مائع کا نقطہ انجماد کہینگے۔ اگر ٹھوس شئے غیر قلمی ہو (یعنے اس کے قلم نہ بنتے ہوں) مثل موم یا چربی کے، تو ٹھوس سے مائع کی حالت میں یا اسکے برعکس ابتدل بتدریج ہوتا ہے جس کی وجہ سے یہ نہیں کہا جاسکتا

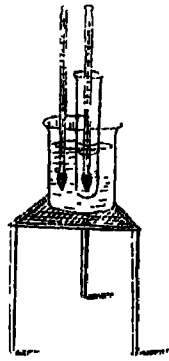
کہ کسی ایک خاص تپش پر وہ ٹھوس شئے پگھلتی ہے یا وہ مایع منجمد ہوتی ہے۔

مشق (۱)

نفطلیں کے نقطہ اماعت (یا پگھلاؤ کے نقطہ) کی تعیین

دی ہوئی امتحانی نلی میں نفطلیں اِس مقدار میں ہے کہ تپش پیما کا جوفہ اس میں پورا چھپ جاتا ہے۔ امتحانی نلی کو ایک شکنجہ میں تھامو۔ اس کے نیچے ایک تپائی پر پانی کا ایک گلاس رکھو۔ نلی کو گلاس میں اتارو یہاں تک کہ نلی کے اندر نفطلیں کی سطح جس بلندی پر واقع ہے اُسی بلندی پر نلی کے اطراف پانی کی سطح واقع ہو۔ پانی میں ایک تپش پیما رکھدو۔

پانی کی تپش ۷۰ درجہ مئی تک بڑھاؤ۔ پھر شعلہ دھیما کرکے آہستہ آہستہ حرارت پہنچاؤ۔ ساتھ ہی ہوشیاری سے دیکھو کہ نفطلیں کب نلی کے اندرونی سطح کے متصل حصوں میں پگھلنے لگتا ہے۔ جب پگھلنا شروع ہو پانی کی تپش دیکھ لو اور ایک تپش قایم رکھنے کے لئے یا شعلہ اور زیادہ دھیما کردو یا مشعل گلاس کے نیچے سے بالکل باہر کھینچ لو۔ تپش پیما اور اس کے جوفہ کو پکڑے ہوئے نہ پگھلا ہوا جو نفطلیں ہے اُن کو آہستہ آہستہ متحرک کرو اور تپش پیما کی تپش کا ہر آدھے دقیقہ کو مشاہدہ کرو اور دیکھو کہ

تمام نفطلیں پگھل جانے تک وہ قریب غیر متبدل

شکل ۳۴ الف

رہتی ہے جب تپش پیما کے جوفہ کے اطراف نفطلیں پگھلنا شروع ہوکر جوفہ کا پارا دکھائی دے تپش پڑھلو اور اسی کو نقطہ اماعت مانو - تین دقیقہ تک تپش دیکھتے رہو - اس مدت میں وہ بڑھجائیگی -

اب گلاس کو ہٹا دو اور امتحانی نلی کے بیرونی سطح کو خشک کرکے اس کو ہوا میں ٹھنڈی ہونے چھوڑ دو. نلی کی سطح سے حرارت اشعاع حمل وغیرہ کے ذریعہ خارج ہوگی - ہر آدہے دقیقہ کو تپش دیکھو یہاں تک کہ پگھلی ہوئی شئے پھر ٹھوس بن جائے - دوران تبدیل حالت نفطلیں کی تپش میں کوئی تغیر نہ پایا جائیگا - لیکن انجماد کے بعد تپش گھٹنے لگے گی - اس غیر متبدل تپش کو مایع کا نقطہ انجماد مانو -

دونوں نتیجوں کا یوں مقابلہ کرو :-

نقطہ اماعت ۸ء ۸۵ درجہ مئی

نقطہ انجماد ۷ء ۸۶ درجہ مئی

منحنی کھینچکر پگھلنے کے چھ نصف دقیقہ پہلے سے پگھلنے کے چھ نصف دقیقہ بعد تک تپش میں جو ارتفاع مشاہدہ ہوا ہے بتاؤ۔ اسی طرح انجماد کے چھ نصف دقیقہ پہلے سے انجماد کے چھ نصف دقیقہ بعد تک تپش میں جو انخفاض دیکھا گیا ہے اس کو بھی منحنی کے ذریعہ ظاہر کرو۔

اسی طرح اگر کسی مائع کو حرارت پہنچائی جائے ایک معیّن تپش پر، جو اُس وقت کے کرہ ہوائی کے دباؤ پر موقوف ہے، وہ مائع بخار کی حالت میں بدلتا ہے اور جب تک پورا مائع بخار نہ بنجائے وہی تپش قائم رہتی ہے۔ خود مائع میں اگر تپش پیما ڈبویا جائے تو اُس کی مظہرہ تپش مائع کے محلول اشیاء اور ظرف جس میں وہ مائع گرم ہو رہا ہو اس کی نوعیت سے کسیقدر متاثر ہوتی ہے۔ مگر جو تپش پیما اُس مائع سے نکلتے ہوئے بخار میں رکھا جائے اس کی مظہرہ تپش صرف مائع کی نوعیت اور کرہ ہوائی کے دباؤ پر منحصر ہوتی ہے۔

مشق (۲)

کاربن ٹیٹرا کلورائڈ کے نقطہ جوش کی تعیین ۔

دی ہوئی صراحی میں اتنا کاربن ٹیٹرا کلورائڈ ڈالو کہ اسمیں مائع کا عمق تقریباً دو سنتی میتر ہو اور اس کو ایک اوتھل پن جنتر میں تھامے رکھو اس طرح پر کہ اُس کے باہر پانی کی سطح اُس کے اندر کے مائع کی سطح سے کچھ اونچی رہے ۔ کاگ میں سے صراحی میں ایک تپش پیما داخل کرو ۔ تپش پیما کا جوفہ مائع کی سطح سے دو سنتی میتر اونچا رہنا چاہئے ۔ کاگ میں ایک لانبی نکاس نلی بھی لگائی جائے جسکا دوسرا سرا ایک چھوٹی صراحی میں داخل ہو ۔ یہ چھوٹی صراحی ٹھنڈے پانی میں رکھی جائے

شکل ۳۴

تاکہ مکثفہ کا کام دے (شکل ۳۴) پن جنتر کو آہستہ آہستہ

گرم کرو اور ہر دقیقہ کو تپش دیکھو۔ جب مایع اُبلنا شروع ہو مشعل کی لو کم کرو تاکہ جوش دھیما ہو - دیکھو کہ تپش پیما پر ایک مستقل تپش دکھائی دیتی ہے - یہ تپش دئے ہوئے مائع کا نقطہ جوش ہے، اُس کُرہ ہوائی کے دباؤ کی حالت میں جو تجربہ کے وقت عائل تھا - اس دباؤ کو بار پیما پڑھ کر معلوم کرلینا چاہئے - مشاہدہ سے جو نتیجہ دریافت ہوتا ہے اُس سے ۷۶ سنتی میتر پارے کے دباؤ کی صورت میں نقطہ جوش کیا ہوگا ماخوذ کیا جائے - اس کے لئے اس امر معلوم سے مدد لیجائے کہ کاربن ٹٹرا کلورائڈ کے نقطہ جوش میں پارے کے ایک سم دباؤ کے تغیر سے ۰٫۰۴ درجہ مئی کا اختلاف واقع ہوتا ہے -

مشاہدہ سے ۷۴٫۹ سم دباؤ کی حالت میں نقطہ جوش ۷۶٫۷ درجہ مئی دریافت ہوا
حسابی عمل سے ۷۶٫۰ " " " " " " ۷۶٫۷ " "

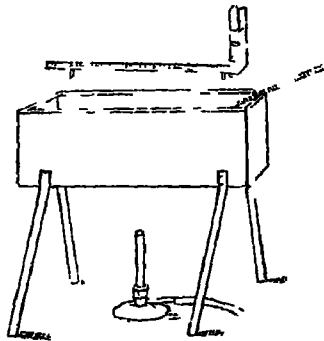
———— ◆ ————

فصل بست و یکم (الف)

بلحاظ تپش کسی گیس کے پھیلاؤ کی قدر دریافت کرنا جبکہ دباؤ مستقل رہے

ضروری آلات | درجہ دار شعری نلی جس میں کچھ ہوا سلفورک ایسڈ کے ڈوڑے سے بند ہو۔ پن جنترا۔ تپش پیما

ت درجہ مئی تپش پر کسی گیس کے حجم (ح ت) کو اس کے صفر درجہ مئی تپش کے حجم (ح .) کے ساتھ جو مناسبت ہے (بشرطیکہ گیس پر کا دباؤ مستقل رہے) اس مساوات کے ذریعہ اس کی صراحت کی جاتی ہے:-

ح ت = ح . (۱ + آ ت) جہاں آ ایک مستقل مقدار ہے جو "مستقل دباؤ کی حالت میں اس گیس کے پھیلاو کی قدر" کہلاتی ہے۔

شکل ۳۲۷ (الف)

اس مشق میں مقدار ا کے دریافت کرنیکا ایک طریقہ بتایا جائیگا
دی ہوئی شعری نلی کا وہ سرا بند ہے جہاں سے درجے
شروع ہوتے ہیں۔ اس میں کچھ ہوا خالص سلفورک ایسڈ
کے اسطوانہ کے ذریعہ محبوس ہے۔ شعری نلی دوسرے
سرے کے پاس اوپر کی طرف مڑی ہوئی اور کشادہ ہے۔
ایسڈ اس کشادہ حصہ میں چند ملی میٹر اوپر چڑھ آتی ہے۔
وہ نہ صرف محبوس ہوا کا حجم بتاتی ہے بلکہ ہوا کو
رطوبت سے محفوظ بھی رکھتی ہے۔

نلی کو دیئے ہوئے پن جنتریں قریب قریب
افقی وضع میں رکھو اس طرح سے کہ اُس کا بند سرا
دوسرے (کھلے) سرے سے کسیقدر اونچا رہے۔
جنتریں نل کا پانی بھردو لیکن اس کا خیال رہے کہ
نلی کا کھلا سرا پانی کی سطح سے کافی اونچا رہے۔ پانی
میں ایک مئی تپش پیما رکھو اور پانی کو اچھی طرح ہلاؤ۔
جب تپش پیما کی تپش مستقل ہو اس کو پڑھ لو اورشعری
نلی میں سلفورک ایسڈ کے اسطوانہ کے سرے کا نشان بھی
دیکھ لو۔ پھر برف ڈالکر پانی کی تپش ۱۰ درجہ شی تک
نیچے اتارو۔ اور تپش اور حجم کا مکرر مشاہدہ کرو۔ اسکے
بعد پانی خالی کرکے نلی کے اطراف برف رکھو۔
جب تپش گھٹ کر صفر درجہ مئی ہو جائے محبوس
ہوا کے حجم کے ساتھ اُس کو پڑھ لو۔ اب جنتر کے

نیچے بنسن کی مشعل روشن کرو - جب تپش ۱۰ درجہ مئی پر آجائے مشعل ہٹا لو اور پانی کو اچھی طرح ہلاکر اس کی تپش اور ہوا کا حجم پڑھو یہی طریقہ جاری رکھو، جب پانی کی تپش تقریباً ۲۰ درجے، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، اور ۷۰ درجہ مئی پر آئے نلی کے ہوا کا حجم ان تپشون کی حالت میں پڑھ کر سلسلہ وار لکھو تپش اور حجم پڑھنے سے پہلے پانی کو اچھا ہلاؤ اور مشعل کی لَو کم کردو تاکہ چند دقیقہ تپش مستقل رہے - پھر حسب ضرورت جنتر میں سے گرم پانی نکال کر ٹھنڈا پانی ڈالو تاکہ پانی کی تپش میں تقریباً دس دس درجہ مئی کا تنزل واقع ہوکر بالآخر وہ کمرہ کے ہوا کی تپش پر آجائے - پہلے کیطرح ان تپشون کی حالت میں محبوس ہوا کا حجم پڑھ کر سلسلہ وار لکھو -

ان مشاہدات کو ترسمی عمل کے ذریعہ ظاہر کرو - اپنی مشقی بیاض کے مربع دار کاغذ پر افقی فاصلوں سے (جو بائیں جانب سے شروع ہونگے) تپش مراد لیجائے اور عمودی فاصلوں سے (جو نیچے سے اوپر کی طرف کو جائینگے) محبوس ہوا کا حجم بتایا جائے اس طور پہ جو نقطے ملیں ان پر سے ایک ایسا خط کھینچو جو بہ نسبت اور خطوط کے ان مشاہدات کے نتائج کو سب سے بہتر بتائے -

اس خط مستقیم پر ہوا کا حجم (ح۵۰) ۵۰ درجہ مئی تپش پر
اور حجم (ح۰) صفر درجہ مئی پر پڑھ لو۔ پہلے حجم کو دوسرے
پر تقسیم کرو۔ حاصل قسمت سے ا تفریق کرو۔ اور اس سے
جو عدد حاصل آئے اس کو پھر ۵۰ پر تقسیم کرو۔ یہ آخر
حاصل قسمت مستقل دباؤ کی حالت میں دی ہوئی گیس
کے پھیلاؤ کی قدر ا ہوگی۔ شعری نلی کے شیشہ کا پھیلاؤ،
اور سلفورک ایسڈ کا اسطوانہ نلی کے کشادہ حصہ میں اوپر کی
طرف حرکت کرنے سے دباؤ میں جو خفیف تغیر پیدا
ہوتا ہے دونوں ناقابل لحاظ سمجھے جا سکتے ہیں۔

حسابی عمل اس طرح کرو:-

شعری نلی نشان (   )

ح۰ = ۱۰٫۲۰ نلی کے پیمانے کے درجے

ح۵۰ = ۱۲٫۰۹ " " " " " "

$$\frac{ح_{۵۰}}{ح_{۰}} = ۱٫۱۸۱ \quad ، \quad \frac{ح_{۵۰}}{ح_{۰}} - ۱ = ۰٫۱۸۱$$

$$ا = \frac{\frac{ح_{۵۰}}{ح_{۰}} - ۱}{۵۰} = ۰٫۰۰۳۶۲$$

مشق ختم ہونے پر جنتر میں سے پانی خالی کردو تاکہ
گیس کی نلی خشک رہے۔

فصل بست و یکم (ب)

نقطۂ شبنم اور ہوا کی اضافی مرطوبیت (یا اُسکی سیریجی کسر) دریافت کرنا

ضروری ساماں	ڈانیل کا رطوبت پیما اور ایتھر۔

ہوا میں علی العموم پانی کا بخار ہوتا ہے جس تپش تک ہوا کو ٹھنڈا کرنا ہوتا ہے تاکہ یہ بخار اُن اجسام پر جن سے ہوا کو اتصال ہو پانی کی شکل میں جم جائے نقطۂ شبنم کہلاتی ہے۔ یہ وہ تپش ہے جس پر اس وقت ہوا میں جس مقدار میں بخار موجود ہو ہوا کو سیر کرنے کافی ہے۔

ڈانیل کا جو رطوبت پیما دیا جاتا ہے اُلٹے 'U' کی شکل کی ایک نلی ہوتی ہے جس کے پہلو نا مساوی طول کے ہوتے ہیں۔ ہر پہلو کے آخر میں ایک جوفہ ہوتا ہے جو جوفہ نیچے واقع ہے عام طور پر اُس پر چاندی یا سونا چڑھا ہوا ہوتا ہے اور اس کے اندر ایک چھوٹے تپش پیما کا جوفہ رکھا ہوتا ہے۔ آلہ کا جو جوفہ اوپر واقع ہے

اُس کے گرد باریک ململ لپیٹ دیا جاتا ہے۔ نلی میں سے ہوا خارج کردی جاتی ہے اس لئے اِس میں سوائے کسی مناسب قرّار مائع اور اس کے بخار کے کوئی اور شئے نہیں ہوتی ہے۔ مشق سے پہلے آلہ کو ٹیڑھا کرکے سارا مائع نیچے کے جوفہ میں لاؤ۔ اس کے بعد اس کو معمل کے باہر کھلی ہوا میں استعمال سے پہلے دس دقیقہ تک رکھو۔ پھر نیچے کے جوفہ میں جو تپش پیما رکھا ہے اُس کی تپش پڑھو۔ اس کے علاوہ آلہ کیساتھ ایک دوسرا تپش پیما بھی ہوتا ہے جو عموماً آلہ کے لکڑی کے ستون سے لگا ہوا ہوتا ہے، اس کی بھی تپش پڑھ لو۔ اگر ان دونوں تپشوں میں موافقت نہ پائی جائے تو ہم جوفہ کے اندروالے تپش پیما کی تپش کو صحیح قرار دے کر باہر والے تپش پیما کی تپشوں کی تصیح کرینگے، تاکہ اُس کے نشانات اور جوفہ کے اندر والے تپش پیما کے نشانات میں باہم موافقت ہو۔ اب رطوبت پیما کو سایہ میں ایک ایسی جگہ رکھو جہاں ہوا آزادی کے ساتھ دَور کرتی ہو۔ اوپر والے جوفہ پر تھوڑا ایتھر ڈالو تاکہ اُس پر جو ململ لپٹا ہوا ہے بخوبی تر ہو جائے۔ تجربہ جاری رہنے تک ململ کو ایسا ہی ایتھر سے سیر رکھو۔ دیکھو نیچے والے جوفہ میں جو تپش پیما ہے اُس کی تپش میں تنزل واقع

ہو رہا ہے ۔ تھوڑی دیر سے رطوبت پیما کو آہستہ آہستہ ہلاؤ تا کہ جوفہ میں جو مایع ہے اچھی طرح ہِلکر یکساں تپش اختیار کرے ۔ جوفہ کی بیرونی سطح کو غور سے دیکھو تا کہ اُس پر اگر ذرا بھی رطوبت جمے فوراً نظر آجائے ۔ کسی شئے کے خیال کو جو جوفہ کی چاندی یا (سونا) چڑھی ہوئی سطح میں روشنی کے انعکاس سے پیدا ہوتا ہے دیکھنے سے جیسے ہی سطح پر رطوبت جمتی ہے خیال مدہم نظر آتا ہے اور اس سے رطوبت کی پہچان ہوجاتی ہے۔ اُسی وقت اندرونی اور بیرونی تپش پیماؤں کی تپشیں پڑھ لی جائیں ۔

ململ پر جو ایتھر ڈالا گیا تھا اُس کو سب بخار بن کر اُڑجانے دو ۔ اب رطوبت پیما کی تپش میں آہستہ آہستہ ترقی ہوگی ۔ تھوڑی دیر سے اس کو ہلاؤ تا کہ جوفہ میں مائع اچھی طرح ہل جائے اور دیکھو کب جوفہ کی بیرونی سطح پر کی رطوبت غایب ہوجاتی ہے ۔ فوراً دونوں تپش پیماؤں کی تپشیں پڑھی جائیں ۔

ہر ایک تپش پیما کی مظہرہ تپشوں کا اوسط نکالا جائے جوفہ کے اندر والے تپش پیما کی اوسط مظہرہ تپش نقطہ شبنم ہے ۔ اگر ضرورت ہو تو (حسب ہدایت بالا) دوسرے یعنے باہر والے تپش پیما کی مظہرہ تپشوں کی تصیح کیجائے ۔ اور جدول جس میں پانی کے بخار کا اعظم دباو (یعنے سیری کی

حالت کا دباؤ) مختلف تپشوں پر بتایا گیا ہے دیکھ کر اس نقطہ شبنم اور ہوا کی مصحح تپش کے لحاظ سے بخار کے دباو دریافت کرو۔
[نوٹ۔ کتاب کے آخر میں صفحہ...پر یہ جدول موجود ہے]

چونکہ ہوا میں اُسکی مصحح تپش پر جو بخار موجود تھا ہوا کو نقطہ شبنم کی تپش پر (جو مشاہدہ سے معلوم ہوا) سیر کرنے کے لئے کافی تھا، اضافی مرطوبیت یا سیری کی کسر نقطہ شبنم والے بخار کے دباؤ کو ہوا کی مصحح تپش والے دباؤ پر تقسیم کرنے سے جو حاصل تقسیم آئیگا اُس کے برابر ہے۔

نتائج اس طرح لکھو:-

ڈانیل والا رطوبت پیما نشان (　　)

کھلی ہوا میں دیر تک رکھنے کے بعد تپش پیماؤں کی تپشیں۔
جوف کے اندر والے تپش پیما پر ۱۹٫۲ درجۂ مئی
باہر والے تپش پیما پر ۱۸٫۸ درجۂ مئی ۔ پس باہر والے تپش پیما کی تصحیح = ۰٫۴ درجۂ مئی

نقطہ شبنم کی تعیین میں حسب ذیل نشانات پڑھے گئے:-

	تپش پیماؤں کی تپشیں			بخار کا دباؤ
اندر والے تپش پیما پر	۱۲٫۴ درجۂ مئی	۱۲٫۶ درجہ	اوسط ۱۲٫۵ درجۂ مئی	۱٫۰۸ سم پارے کا اسطوانہ
باہر والے	۱۷٫۴ ″ ″	۱۷٫۴ ″	۱۷٫۴ ″	
باہر والے تپش پیما کے تپش کی تصحیح	۰٫۴ ″			
مصحح تپش	۱۷٫۸ ″			۱٫۴۴ سم ″

پس اضافی مرطوبیت یا سیری کی کسر $= \frac{۱٫۰۸}{۱٫۴۴} =$ ۰٫۷۵

اسی طریقہ سے کسی کمرے کے ہوا کی اضافی مرطوبیت دریافت کی جا سکتی ہے۔ لیکن مشاہدہ کرنے والے کو چاہئے کہ آلہ سے ہمیشہ کسیقدر فاصلہ پر رہے اِلّا اُن اوقات کے جبکہ وہ تپش پڑھ رہا ہو۔ تاکہ اُس کی قربت سے ہوائی مرطوبیت میں فرق آکر نتیجہ غیر صحیح نہ نکل آئے۔

باب چہارم

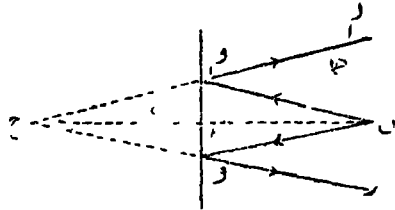
روشنی (علم المناظر)

فصل بست و دویم

(۵)

روشنی کا انعکاس سطح مستوی پر

ضروری سامان | نقشہ کشی کا تختہ۔ آئینہ معہ سہارا۔ شست گیر۔ اور سنتی میٹر والا پیمانہ

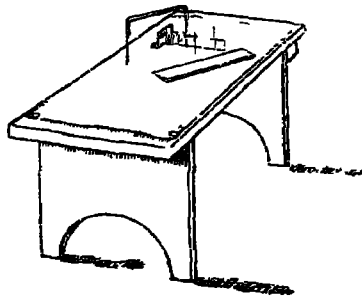
سطح آئینہ میں خیال کس طرح بنتا ہے:—

شکل ۳۵

فرض کرو (ش) ایک چھوٹی شے (جس کو اصطلاح میں "شخص" کہتے ہیں) ایک عاکس سطح آد (شکل ۳۵) کے سامنے واقع ہے۔ ش و۔ ش و۱ وغیرہ شعاعیں ش سے کھینچو۔ حسب قواعد انعکاس یہ شعاعیں ور، و۱ر۱ وغیرہ سمتوں میں منعکس ہونگی، اس طور پر کہ ہر صورت میں شعاع واقع، شعاع منعکس اور نقطہ انعکاس پر عاکس سطح کا عمود، ایک ہی سطح مستوی میں ہونگے۔ معہذا دونوں شعاعیں عمود کے متقابل طرفین پر مساوی زاوئے بنائینگی ہندسہ کے آسان اصول سے یہ ثابت ہوسکتا ہے کہ ان منعکس شعاعوں کو پیچھے کی طرف بڑہانے سے سب ایک ایسے نقطہ (خ) میں متقاطع ہونگی جو سطح عاکس کے پیچھے اتنے ہی فاصلہ پر ہوگا جتنا (ش) اس کے سامنے ہے، اور جس کو (ش) کے ساتھ ملانے سے خط ش خ سطح عاکس پر عمود وار واقع ہوگا۔ کسی مقام (ع) پر اگر کوئی آنکھ موجود ہو تو اس کو منعکس شعاعیں (خ) سے آتی ہوئی دکھائی دینگی۔ یہ نقطہ (خ) نقطہ (ش) کا خیال کہلاتا ہے۔

مشق	تجربہ سے ثابت کرنا کہ ایک مستوی عاکس سطح میں جب خیال بنتا ہے تو وہ سطح کے پیچھے اُتنے ہی فاصلہ پر ہوتا ہے جتنا کہ "شخص" اُس کے سامنے۔

(۱) طریق شست گیر۔

ایک آئینہ کی پٹی (۲) کو ایک چٹکی کے سہارے ایک افقی نقشہ کشی کے تختہ پر اس طرح کھڑا کرو کہ اُس کی عاکس سطح عمودوار رہے۔ آئینہ کے سامنے (دیکھو اشکال ۳۶ اور ۳۷) ایک پن (ش) قائم کرو۔ شکل ۳۷ میں جو آلہ بتایا گیا ہے اُس کی مدد سے خیال (خ) کا مقام دریافت کرو۔ ن۱ ن۲ ایک ہی سمت میں دو جگہ سے

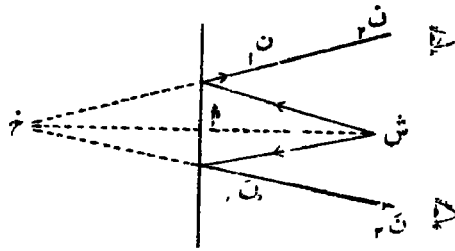
شکل ۳۶

مڑی ہوئی ایک باریک سلاخ ہے جس کے سرے دو سوئیوں میں ختم اور ایک دوسرے کے متوازی ہوتے

ن۱ ن۲

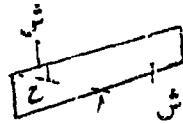
شکل ۳۷

ہیں۔ ایک آنکھ بند کرکے شست گیر ن۱ ن۲ کو ایسی وضع میں

کھڑا کرو (شکل ۳۸) کہ جب دوسری (کھلی) آنکھ تقریباً

شکل ۳۸

۲۰ سم (ن۲) کے عقب میں واقع ہو تو (ن۱) اور (ن۲) کی نوکیں نقطہ (خ) کی سیدہ میں دکھائی دیں۔ ن اور ن۲ کے مقاموں پر پنسل سے نشان کر لو۔ یہی عمل آنکھ کو دوسرے مقام پر رکھ کر دوہراو۔ نقشہ کشی کے کاغذ پر آئینہ کی چاندی چڑہی ہوئی سطح کی سیدہ میں جہاں سے فی الحقیقت روشنی کا انعکاس ہوتا ہے ایک خط کھینچو۔ پھر آئینہ وہاں سے اٹھا لو۔ ن ن۲، نَ نَ۲ وغیرہ کو ملانے والے خطوط اگر پیچھے کی طرف بڑہائے جائیں سب ایک ہی نقطہ (خ) میں ملنے چاہئیں۔ ناپنے سے ش ۲ اور خ ۲ قریب قریب مساوی پائے جائینگے۔ چونکہ عاکس سطح کے سامنے کے شیشے پر روشنی منعطف ہوتی ہے خیال (خ) شیشے کی موٹائی کا تقریباً $\frac{2}{3}$ فاصلہ آئینہ کی عاکس سطح سے قریب تر واقع ہوگا بہ نسبت اُس

مقام کے جو حسابی عمل سے پایا جاتا ہے (دیکھو شکل ۴۲)
[تنبیہ منجانب مترجم۔ فصل بست وسوم کے شق اول کے آخر میں اس امر کے متعلق مفصل کیفیت درج ہے۔ طالب علم اس کو غور سے پڑھیں]

(۲) طریقہ اختلاف منظر۔
آئینہ اور پن (ش) کو پہلے کی طرح کھڑا کرو۔ (ش) کا خیال (خ) ہوگا۔(دیکھو شکل ۳۹)۔صرف ایک آنکھ سے آئینہ میں سیدھا ایسے مقام سے دیکھو کہ (ش) سے

شکل ۳۹

خیال (خ) قریب قریب ڈھپ جائے۔ایک دوسرا پن (شَ) عمود دار ایسی جگہ کھڑا کرو کہ اس کا اوپر کا حصہ پن (ش) کے نیچے کے حصہ کے خیال (خ) کیساتھ ایک سیٹ میں دکھائی دے۔ واضح ہے کہ ایسی صورت میں (شَ) اس خط پر واقع ہوگا جو آنکھ اور خیال (خ) پر سے گزرتا ہے لیکن ممکن ہے کہ وہ (خ) کے سامنے ہو یا اس کے پیچھے۔ اب آنکھ کو ذرا بائیں طرف ہٹاؤ تاکہ آئینہ ترچھا دکھائی دے۔ اگر پن (شَ) خیال (خ) کے سیدھے جانب نظر آئے تو سمجھنا چاہئے کہ

(ش) آئینہ سے بہ نسبت (خ) کے قریب تر ہے۔
اگر خیال کے بائیں جانب نظر آئے، جیسا کہ شکل میں
بتایا گیا ہے۔ تو (ش) بعید تر ہوگا۔ پہلی صورت میں
پن (ش) کو آئینہ سے چند ملی میٹر پیچھے کی طرف
اُس کے عمود کی سمت میں ہٹاؤ۔ اور آنکھ ایسے مقام
پر لیجاؤ کہ پن (ش) اپنے خیال (خ) کو قریب قریب
ڈھانپ دے۔ دیکھو کہ (شَ) اب بھی (خ) کے ساتھ
مسلسل دکھائی دیتا ہے۔ پھر آنکھ کو بائیں جانب ہٹاؤ۔
اور دیکھو آیا پن (شَ) اور خیال (خ) اب بھی مسلسل
نظر آتے ہیں۔ اگر ایسا نہ ہو تو پن (ش) کو دوبارہ ہٹاؤ
اور مشاہدات کو دوہراؤ۔ اس طریقہ عمل سے پن کیلئے
ایک ایسا مقام ملجائیگا کہ آنکھ خواہ کسی سمت میں اسکو
دیکھے (ش) کے نیچے کے حصہ کا خیال (خ) اور
(شَ) کا اوپر کا حصہ دونوں ایک سیدھ میں نظر آئینگے۔
خیال (خ) اور پن (شَ) کا ایک دوسرے پر سے گزرنا
جبکہ موخر الذکر اپنے صحیح مقام پر نہیں ہوتا ہے،
اختلاف منظر کہلاتا ہے۔ جب اختلاف منظر نہ ہے پنسل
سے ایک خط کھینچکر آئینہ کی مُفضّض سطح کا مقام بتاؤ۔
ایک شیشہ کا ملی میٹر والا پیمانہ کاغذ پر اوندھا رکھ کر
تاکہ جس سطح پر نشانات لگے ہوں نیچے واقع ہو، یا
ایک لکڑی کا پیمانہ اس طرح کھڑا کرکے کہ اُس کے

نشانات کاغذ کی سطح سے بالکل متصل ہو جائیں، پنوں کے فاصلے اس خط سے ناپو۔

یہی تجربہ پن (ش ا) کا فاصلہ آئینہ سے بدل بدلکر دوہراؤ۔ طلبہ کو چاہیئے نقشہ کشی کے کاغذ پر جو خطوط کھینچے جاتے ہیں اُن کی، ایک چھوٹے پیمانہ پر اپنی بیاض میں نقل کریں۔ اور ہر صورت میں ا ش، ا خ وغیرہ کے جو طول مشاہدہ ہوئے ہیں ان کو بھی بتائیں۔

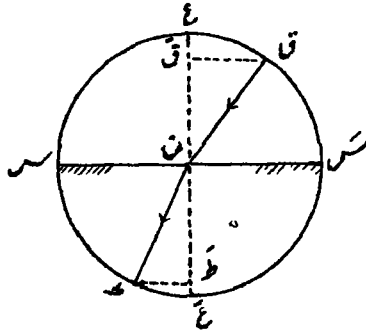
فصل بست وسوئم

(❖)

روشنی کا انعطاف سطح مستوی پر

ضروری آلات	نقشہ کشی کا تختہ ۔ شیشہ کا مکعب کندا ۔ شست گیر ۔ اور نقشہ کشی کے آلات ۔

قواعد انعطاف کی تفسیر

فرض کرو ق ن ایک شعاع روشنی کی، ہوا میں ہے۔ (شکل ۱۴۰)، جو شیشہ یا پانی کی ایک سطح س سَ سے (ن) پر ملتی ہے۔

شکل ۱۴۰

(ن) کو مرکز بناکر ایک دائرہ ق س سَ کھینچو۔ سطح س سَ پر عمود ع ن عَ بناؤ۔ اور (ق) سے ن ع پر عمود ق قَ گراؤ۔ شعاع ق ن جب ہوا سے نکلکر دوسرے واسطہ میں، جو باعتبار نور کثیف تر ہے داخل ہوگی اُسی سطح مستوی میں رہیگی جس میں ن ع اور ن ق واقع ہیں (یہ انعطاف کا پہلا کلیہ ہے) لیکن عمود ع عَ کی طرف ہٹ جائیگی۔

فرض کرو ن ط شعاع منعطف ہے، تو زاویہ و ن وَ زاویہ وقوع کہلائیگا، اور زاویہ ط ن طَ زاویہ انعطاف۔ نقطہ (ط) سے جو شعاع منعطف اور دائرہ کا مقام تقاطع ہے، خط ط طَ عمود ع ن عَ پر عمود وار کھینچو، جو نقطہ (طَ) میں اس سے متقاطع ہو۔ تجربہ سے دریافت ہوتا ہے کہ خطوط و وَ اور ط طَ کا تناسب ہمیشہ ایک ہی رہتا ہے زاویہ وقوع خواہ کچھ ہو۔ اگر واسطۂ اول ہوا ہے، تو اِس تناسب کو واسطۂ دوم کا انعطاف نما (م) کہینگے۔ مختلف رنگوں کے لئے انعطاف نما کی قیمت مختلف ہوتی ہے۔ چنانچہ سُرخ سے لے کر نارنجی، زرد، سبز، آسمانی اور نیلے رنگ کے سلسلہ سے بنفشی تک مسلسل بڑھتی ہے۔ ذیل میں زرد رنگ کے لئے مختلف واسطوں کے انعطاف نما کی تقریبی قیمتیں بتائی گئی ہیں۔

الماس	۲٫۴۴ سے ۲٫۴۷ تک
فلنٹ گلاس	۱٫۵۸ سے ۱٫۶۴ "
کراؤن گلاس	۱٫۵۳ سے ۱٫۵۶ تک
کاربن بائی سلفائیڈ	۱٫۶۸
پانی	۱٫۳۳

سہولت کے لحاظ سے کراؤن گلاس کا انعطاف نما تقریباً $\frac{۳}{۲}$ اور پانی کا انعطاف نما $\frac{۴}{۳}$ لیا جا سکتا ہے مثلث قائم الزاویہ ون وَ (شکل ۴۰) میں و وَ کا تناسب ن و کے ساتھ زاویہ $\widehat{\text{و ن وَ}}$ کی جیب ہے۔ اسی طرح ط طَ کا تناسب ن ط کے ساتھ زاویہ ط ن طَ کی جیب ہے۔

اسلئے
$$\frac{\text{جیب زاویہ وقوع}}{\text{جیب زاویہ انعطاف}} = \frac{\frac{\text{و وَ}}{\text{ن و}}}{\frac{\text{ط طَ}}{\text{ن ط}}} = \frac{\text{و وَ}}{\text{ط طَ}} \times \frac{\text{ن ط}}{\text{ن و}}$$

لیکن $\overline{\text{ن ط}} = \overline{\text{ن و}}$ اور $\frac{\text{و وَ}}{\text{ط طَ}} =$ انعطاف نما

پس
$$\frac{\text{جیب زاویہ وقوع}}{\text{جیب زاویہ انعطاف}} = \text{انعطاف نما}$$

یہ انعطاف کا دوسرا کلیہ ہے، جو بلحاظ تعلق انکشاف "سنیل کا کلیہ" کہلاتا ہے

مشق (۱)

سنیل کے کلیہ کی تصدیق۔

دیئے ہوئے مکعب شیشے کی ایک سطح پر ایک خط کھینچا گیا ہے جو شیشے کے ایک کنارے کا متوازی ہے شیشہ کو کاغذ پر اس طرح رکھو کہ یہ خط عمودی

وضع اختیار کرے - نشست گیر ن ن۲ (شکل ۱۱۱) کو مکعب شیشے کی اُس سطح کے سامنے کھڑا کر کے جو خط (شن) کے

شکل ۱۱۱

مقابل ہے، خط کے نیچے کے حصہ سے تین جگہوں سے نشست لاؤ - اِس طور پر تینوں شعاعِ خارج ن ن۲ نَ نَ۲ وغیرہ کی سمتیں معلوم ہو جائینگی - تختہ پر سطح عاطف کا ظل س سَ خط کھینچکر بتاؤ - اور (ش) سے شیشے کے عمودی خط کے ظل کی نشاندہی کرو - اس کے بعد شیشے کو اٹھا لو - خط ن ن۲ کو پیچھے کی طرف بڑہاؤ تاکہ وہ مکعب شیشے کی سطح کے ظل سے نقطہ (و) پر ملے - ش و کو ملا دو - تب ش و سے مراد وہ شعاع ہوگی جو س سَ پر واقع ہوکر ہوا میں ن ن۲ کی راہ سے نکلیگی -

خط ش ع خط س سَ پر عمودوار کھینچو - اور ن۲ و کو آگے بڑہاؤ تاکہ ش ع سے نقطہ (خ) پر ملے -

علم المناظر کے ایک عام کلیہ سے اگر کسی شعاع کی سمت الٹ دی جائے اس کے راستہ میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ پس اگر (ش) سے (ن) کو جانیوالی ایک شعاع ش د، د ن کے راستہ سے گزرتی ہے تو (ن) سے (ش) کو جانیوالی ایک شعاع ن د، د ش کے راستہ سے گزرے گی۔

پچھلی صورت میں، چونکہ ش ع سطح س س پر عمود ہے، $\widehat{\text{وخ ع}}$ زاویہ وقوع ہوگا اور $\widehat{\text{وش ع}}$ زاویہ انعطاف۔ پس ازروے کلیہ انعطاف

$$\text{انعطاف نما} = \frac{\text{جیب } \widehat{\text{وخ ع}}}{\text{جیب } \widehat{\text{وش ع}}}$$

لیکن جیب $\widehat{\text{وخ ع}} = \frac{\text{وع}}{\text{وخ}}$ اور جیب $\widehat{\text{وش ع}} = \frac{\text{وع}}{\text{وش}}$

$$\text{پس انعطاف نما} = \frac{\text{وع}}{\text{وخ}} \times \frac{\text{وش}}{\text{وع}} = \frac{\text{وش}}{\text{وخ}}$$

وش اور وخ کو ناپ لو اور انکا تناسب نکالو۔ یہی عمل سطح سے شعاعوں کے میلان بدل کر دوہراو اور نتائج اسطرح لکھو:-

مکعب شیشہ نشان (   )

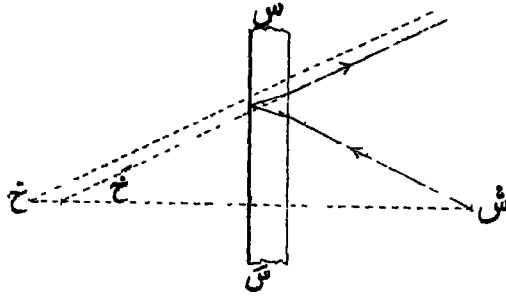
وش	وخ	وش/وخ = م
۴،۴۹	۳،۰۰	۱،۵۰
۴،۷۹	۳،۱۸	۱،۵۱
۴،۹۸	۳،۳۰	۱،۵۱

اگر طالب علم کے تجربہ سے $\frac{وش}{وخ}$ کی قیمت ایک ہی نکل آئی، شعاع خارج کی سمت خواہ کچھ ہی ہو تو گویا سنل کے کلیہ کی تصدیق ہوئی۔

طالب علم کو یہ بھی معلوم ہوگا کہ شست ہلانے سے جو مختلف خطوط ن ان، نَ لنَ وغیرہ بنتے ہیں اگر ان کو پیچھے کی طرف بڑہایا جائے تو یہ سب تقریباً ایک ہی نقطہ (خ) پر ملتے ہیں جو خط ش ع پر واقع ہے (علی الخصوص جبکہ زاویہ وقوع بہت چھوٹے ہوں)۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اگر نقطہ (و) نقطہ (ع) سے دور نہ ہو تو $\frac{وش}{وخ}$ قریب قریب مساوی ہے $\frac{عش}{عخ}$ کے اس لئے تناسب $\frac{عش}{عخ}$ انعطاف نما کے قریب قریب مساوی ہے

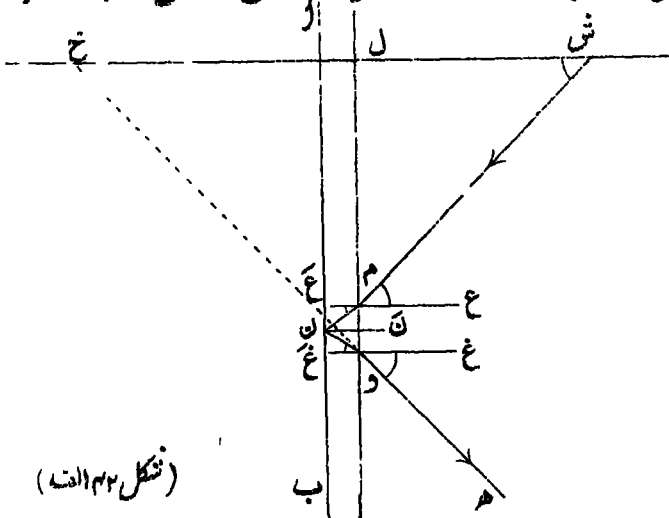
نقشہ کشی کے کاغذ پر جو شکل بنی ہے طالب علم کو چاہئے اس کی ایک نقل چھوٹے پیمانہ پر اپنی مشقی بیاض میں اتار لیں اور جو جو خطوط ناپے گئے ہیں اُن سب کے طول بھی شکل میں بتائیں۔ اور جیسا کہ اوپر کی جدول میں دیا گیا ہے ان ناپوں سے انعطاف نما کی قیمت بھی ماخوذ کریں۔

معمولی آئینہ میں جب روشنی کے انعکاس سے خیال بنتا ہے تو اس کا فاصلہ سطح عاکس کے پیچھے شئے کے فاصلہ سے (جو سطح کے سامنے واقع ہے) کسیقدر کم ہوگی اب وجہ معلوم ہوسکتی ہے۔ روشنی کی شعاعیں

(ش) سے (شکل ۴۲) شیشہ کی سطح پر آتی ہوئی اور نیز جاتی

شکل ۴۲

ہوئی منعطف ہوتی ہیں۔ اسی لئے شعاع منعکس بجائے (خ) سے آنیکے جہاں اخ = اش کے خَ سے آتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں

[نوٹ منجانب مترجم* اس سے پیشتر کی فصل میں بیان کیا گیا تھا کہ شیشہ کے آئینہ میں خیال کا فاصلہ سطح عاکس سے شئے کے فاصلے سے تقریباً بقدر $\frac{۲}{۳}$ شیشہ کی موٹائی کے کم ہوتا ہے۔ اب ہم زیادہ تفصیل کے ساتھ اس مسئلہ پر بحث کرینگے]

فرض کرو ایک شئے (ش) کی شعاعیں معمولی آئینہ اب پر

(شکل ۴۲ الف)

پڑتی ہیں کہ ش ل آئینہ پر عمود وار ش م ترچھی ہے۔ انعکاس آئینہ کی مفضض سطح اب پر ہوتا ہے۔ جو شعاع عمودوار گرتی ہے وہ آئینہ کے شیشہ میں سے عمودوار ہی گزرتی ہے اور مفضض سطح سے منعکس ہوکر عمودوار واپس چلی جاتی ہے۔ شعاع ش م جب نقطہ (م) پر آئینہ کی سطح سے ملتی ہے تو اُسکا کچھ حصہ شیشہ پر کی سطح پر سے منعکس ہوتا ہے اور کچھ شیشہ کے اندر حسب قواعد انعطاف داخل ہوتا ہے دیکھو شکل ۴۲ الف۔ م پر جو عمود ع م عَ بنایا گیا ہے اُس سے شعاع واقع ش م جو زاویہ ش م ع بناتی ہے وہ شعاع منعطف م ن کے زاویہ عَ مْ ن سے بڑا ہے۔ شعاع م ن سطح مفضض پر بمقام (ن) منعکس ہوکر ن د کی سمت اختیار کرتی ہے اور (و) پر شیشہ سے ہوا میں انعطاف ہوکر وہ دھ کے راستہ چلی جاتی ہے۔ اگر آنکھ خط دھ پر واقع ہو تو اُسکو شئے کا خیال نقطہ خ پر (جو ش ل اور ھ و کے تقاطع سے بنتا ہے) دکھائی دیگا۔ اگر خ کا فاصلہ سطح عاکس اب سے (لا) تصور کیا جائے اور ش کا فاصلہ اُسی سطح سے (ف) مانا جائے۔ زاویہ وقوع ش مْ ع، (ق) اور زاویہ انعطاف عَ مْ ن، (ط) اور آئینہ کے شیشہ کی موٹائی (د) تو:۔

ازروئے قواعد انعطاف جب ق / جب ط = م اور ازروئے قواعد انعکاس زاویہ م نْ نَ = زاویہ و نْ نَ

علاوہ بریں ش مْ ع = ھ وْ عَ = ق اور عَ م ن = م نْ نَ = و نْ ن = ن وْ عَ = ط

فاصلہ م و = ۲ د مس ط اور فاصلہ ل م = (ف - د) جب ق

اور (لا + د) / ((ف - د) مس ق + ۲ د مس ط) = مم ق

پس لا + د = ف - د + ۲ د مس ط مم ق

∴ لا = (ف - ۲ د) + ۲ د مس ط مم ق

= (ف - ۲ د) + (۲ د / م) (جم ط / جم ق)

= (ف - ۲ د) + ۲ د { (۱ - جب۲ ق) / (م۲ - جب۲ ق) }^(۱/۲)

اگر قؔ صفر ہو یعنے شعاعیں عمود وار گریں تو لا = ف - ۲ ح + ح۲/م

(م) کی تقریبی قیمت ۳/۲ لیجائے تو لا = ف - ۲/۳ ح

اگر ح = صفر تو قؔ کی قیمت کچھ بھی ہو لا = ف

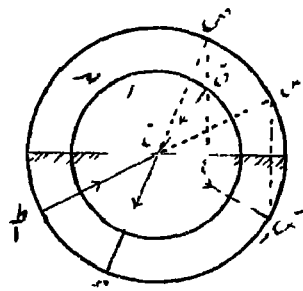
اگر کسی شعاع کا زاویہ وقوع (قؔ) سے کسیقدر بڑا ہو تو یہ شعاع انعکاس وغیرہ کے بعد (ش) سے آئینہ پر گرائے ہوئے عمود سے نقطہ خَ پر ملیگی جہاں خَ سطح مفضض سے بہ نسبت نقطہ (خ) کے کسیقدر قریب تر ہے۔ واضح ہے کہ یہ منعکس شعاع عمود ش خ سے ملنے سے پہلے زاویہ وقوع (قؔ) والی منعکس شعاع سے متقاطع ہوگی۔ پس اگر آنکھ عمود ش خ سے بہت دور واقع ہو (یا بالفاظ دیگر جن شعاع کے ذریعہ آنکھ کو (ش) کا خیال دکھائی دے ان کا زاویہ وقوع بڑا ہو) تو خیال عمود ش خ سے دیکھنے والے کی طرف کسیقدر ہٹا ہوا دکھائی دیگا اور سطح مفضض سے اُس کا فاصلہ لا سے بھی کسیقدر کم نظر آئیگا۔

مشق (۲)

ہندسی عمل شعاع منعطف معلوم کرنے کے لئے۔

شکل ۴۰ میں بتایا گیا تھا کہ اگر کثیف تر واسطہ کا انعطاف نما (م) ہو تو خط ق قَ برابر ہے م (ط طَ) کے پس اگر کوئی شعاع ق ن اور انعطاف نما (م) دئے جائیں

تو شعاع منعطف ن ط کی سمت اس طور پر معلوم ہوسکتی ہے ن س سے ایک خط $\frac{\text{ق ق}}{\text{م}}$ کے برابر قطع کرو۔ خط کا ایک سرا (ن) ہے دوسرے سرے میں سے ایک خط کھینچو جو س سَ پر عمود وار ہو اور دائرہ ق س سَ کو نقطہ (ط) پر قطع کرے۔ خط ن ط شعاع منعطف کی سمت بتائیگی۔ اس طرز عمل میں یہ نقص ہے کہ ہر شعاع واقع کے لئے عمود ق قَ کھینچنا ہوتا ہے پھر اس کو ناپنا بعد ازاں ن س سے ایک طول $\frac{\text{ق ق}}{\text{م}}$ کے مساوی قطع کرنا۔ جو عمل نیچے سمجھایا جاتا ہے اُس سے زیادہ آسان ہے:۔

ن کو مرکز بناکر (شکل ۴۳) دو دائرے کھینچو جن کے

شکل ۴۳

نصف قطر ایک دوسرے سے روشنی کے واسطوں کے انعطاف نماؤں کا تناسب رکھتے ہوں یعنے ایک دائرہ کے نصف قطر کا طول (۱) لو اور دوسرے کا (م)۔ فرض

کرو شعاع ق ن ، جو انعطاف نما (ا) والے واسطہ میں سے گزر رہی ہے نصف قطر (ا) والے دائرہ سے نقطہ (ق) پر متقاطع ہے ۔ (ق) سے ایک عمود ق ع دونوں واسطوں کو ایک دوسرے سے جُدا کرنے والی سطح پر گراؤ اور اس کو اوپر کی طرف آگے بڑھاؤ تاکہ نصف قطر (م) والے دائرے سے (ص) پر متقاطع ہو ۔ ص ن کو ملاؤ اور اس کو آگے بڑھا کر (ط) تک پہنچاؤ ۔ ن ط انعطاف نما (م) والے واسطہ میں شعاع منعطف ہوگی ۔

اسلئے کہ جیب ‹ ن ق ع = $\frac{\text{ن ع}}{\text{ن ق}}$ ۔ اور جیب ‹ ن ص ع = $\frac{\text{ن ع}}{\text{ن ص}}$

پس $\frac{\text{جیب ‹ ن ق ع}}{\text{جیب ‹ ن ص ع}} = \frac{\text{ن ع}}{\text{ن ق}} \times \frac{\text{ن ص}}{\text{ن ع}} = \frac{\text{ن ص}}{\text{ن ق}} = \text{م}$

اور ‹ ن ق ع = زاویہ وقوع

اور ‹ ن ص ع = زاویہ انعطاف

پس اس عمل سے اِن زاویوں کی جیبوں کا تناسب وہی ہوتا ہے جو ہونا چاہئے ۔

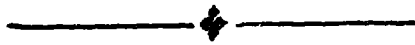
[اگر انعطاف نما (م) والے واسطہ میں کسی شعاع کی سمت ط ن دی جائے تو انعطاف نما (ا) والے واسطہ میں اس کی سمت معلوم کرنے کے لئے ط ن کو اُوپر کی طرف آگے بڑھاؤ تاکہ نصف قطر (م) والے دائرہ کو نقطہ

(ص) پر قطع کرے۔ (ص) سے ایک عمود ص ق ع سطح فاصل پر گراؤ جو نصف قطر (۱) والے دائرے کو نقطہ (ق) پر قطع کرے۔ ن ق کو ملانے سے شعاع منعطف کا راستہ مل جائیگا۔]

طالب علم کو چاہئے اپنی مشقی بیاض میں ایسے ہی دو دائرے کھینچکر، انعطاف نما (۱٫۵۵) والے واسطہ کی سطح پر ۱۰ درجہ ۲۰ درجہ وغیرہ ۸۰ درجہ زاویوں کی واقع شعاعوں کا انعطاف بتائے۔ شکل کھینچنے سے معلوم ہوجائیگا کہ تقریباً ۹۰ درجہ کے زاویہ وقوع کی شعاعیں جب منعطف ہوتی ہیں تو عمود کے ساتھ اُن کا میلان ۹۰ درجہ سے بہت کم ہوتا ہے۔

اگر ہم فرض کریں کہ کثیف تر واسطہ میں شعاعیں ہر سمت سے نقطہ (ن) پر واقع ہوتی ہیں۔ اُن میں سے صرف وہی شعاعیں لطیف تر واسطہ میں منعطف ہوکر نکل آئینگی جو عمود کے ساتھ ایک انتہائی زاویہ سے کم زاویہ بناتی ہیں۔ اس انتہائی زاویہ کا نام زاویہ فاصل ہے جو شعاعیں زاویہ فاصل سے بڑے زاویوں پر واقع ہوتی ہیں وہ پوری منعکس ہوتی ہیں اور کثیف واسطہ ہی میں رہجاتی ہیں۔ ان کو کلی منعکس شعاع کہینگے۔ کثیف واسطہ سے لطیف واسطہ میں شعاع کا انعطاف دریافت کرنے کے لئے اوپر جو عمل سمجھایا گیا ہے اُنہی صورتوں میں کارگر ہوتا ہے

جبکہ زاویہ وقوع زاویہ فاصل سے چھوٹا ہوتا ہے۔ اگر زاویہ وقوع اُس سے بڑا ہو جیسا کہ شکل ۴۳ میں طن کا زاویہ وقوع ہے، شعاع طن کو آگے بڑھانے سے اس کا تقاطع نصف قطر (م) والے دائرے سے بمقام (ص) ہوتا ہے۔ (ص) سے جو عمود سطح فاصل پر گرتا ہے نصف قطر (۱) والے دائرے سے اس کا تقاطع نہیں ہوتا۔ اس کو نیچے کی طرف آگے بڑھانے سے وہ پہلے (یعنے بیرونی) دائرے سے مکرر (عَ) پر متقاطع ہوتا ہے (صَ) کو (ن) سے ملاؤ۔ نعَ کلی منعکس شعاع ہے جو شعاع واقع طن سے بنی

طالب علم کو چاہئے کہ انعطاف نما (۱٫۵۵) والے واسطہ میں سطح فاصل پر زاویہ وقوع ۱۰ درجہ، ۲۰ درجہ وغیرہ ۸۰ درجہ بناکر شعاعین کھینچے اور مصرحہ بالا عمل کے ذریعہ اِن شعاعوں کا لطیف واسطہ میں انعطاف بتائے۔

فصل بست وچہارم

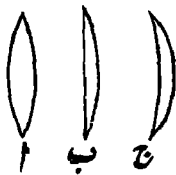
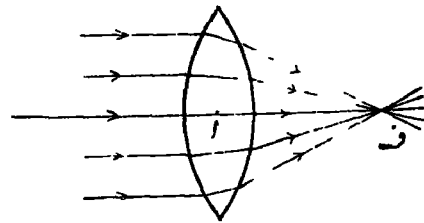
عدسے اور آئینے (۱)

سامان جسکی ضرورت ہوگی	نقشہ کشی کے آلات ۔

دو (عام طور پر کروی) سطحوں سے محدود شفاف جسم کو عدسہ کہتے ہیں ۔ یہ سطحیں جن کرؤں سے بنتی ہیں اُنکے مرکزوں کو ملانیوالا خط عدسہ کا محور کہلاتا ہی ۔

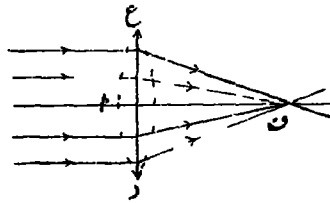
متوازی شعاعوں پر اُن کے عمل کے لحاظ سے عدسونکی دو قسمیں قرار دی گئی ہیں ۔

(۱) وہ عدسے جو متوازی شعاعوں کو مستدق بناتے ہیں (جیسا کہ شکل ۴۴ میں) مُدِقّ عدسے کہلاتے ہیں ۔ مُدِقّ

شکل ۴۴ شکل ۴۵

عدسوں کا سب سے موٹا حصہ وسطی ہوتا ہے۔ شکل ۴۵ میں جو تین عدسے بتائے گئے ہیں مدقق عدسے ہیں اُن کی محدب سطحوں میں سے ایک سطح باہر سے ہمیشہ محدّب ہوتی ہے۔ دوسری سطح یا محدّب ہوگی (جیسا شکل الف میں) یا مستوی (شکل ب) یا مقعّر (شکل ج) لیکن اگر مقعّر ہوگی تو محدّب سطح کا انحنا مقعّر کے انحنا سے بڑا ہوگا۔

جس نقطہ پر محور کی متوازی شعاعیں عدسہ میں سے گزر کر جمع ہو جاتی ہیں ایک خاص ماسکہ کہلاتا ہے۔ عدسہ کے دو خاص ماسکے ہوتے ہیں جو عدسہ کے مقابل طرفین پر واقع ہوتے ہیں۔ اس لئے کہ متوازی شعاعیں عدسہ پر دونوں طرف سے (سیدھی یا بائیں) پڑسکتی ہیں۔ اگر عدسہ کے دونوں بازوں کے واسطے ایک ہی ہوں اور عدسہ پتلا ہو تو دونوں ماسکوں کے فاصلے عدسہ سے مساوی ہونگے۔

ایسی صورت میں کسی ایک ماسکہ کا فاصلہ عدسہ سے اُس کی فصل ماسکی کہلائیگا۔ اس فصل میں جو ہندسی عمل اور ضابطے دیئے گئے ہیں صرف اُسی صورت میں جائز ہونگے جبکہ عدسہ کی موٹائی اس کی فصل ماسکی کے مقابلہ میں اس قدر کم ہوگی کہ فصل ماسکی خواہ عدسہ کی سطح سے ناپی جائے یا اُسکے اندر کے کسی نقطہ سے، طول تقریباً

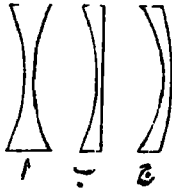
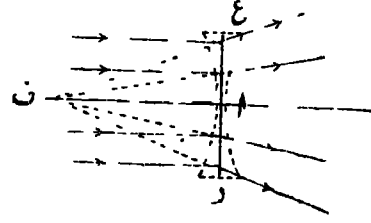
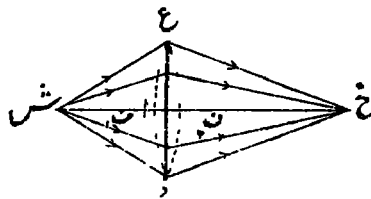
ایک ہی ہوگا۔ ذیل میں جو شکلیں دی گئی ہیں اگر پیمانہ کے بموجب کھینچی جاتیں ، تو عدسہ تقریباً ایک خط ہی کا سا دکھائی دیتا ۔ محدب اور مقعر عدسوں میں امتیاز بتانے کی غرض سے ہم ان کو عمداً بہت موٹے بتائینگے لیکن انکی شکلیں نقطہ دار خطوط کی ہونگی ۔ عدسہ کا مقام ایک سالم خط کھینچکر بتا یا جائیگا ۔ دیکھو شکل ۴۶ میں عدسہ کی تعبیر درحقیقت خط ع د

شکل ۴۶

سے ہوتی ہے اور دو منحنی خطوط جو بنائے گئے ہیں محض اس بات کو ظاہر کرتے ہیں کہ عدسہ محدّب ہے ۔ اسی لئے واقع اور منعطف شعاعیں سیدھے خط ع د تک کھینچی گئی ہیں ۔ اس قسم کی تمام شکلیں جو نیچے دی گئی ہیں ان میں ایسا ہی کیا گیا ہے ۔

(۲) جو عدسے متوازی شعاعوں کو متسع بناتے ہیں (جیسا کہ شکل ۴۷ میں) موسع عدسے کہلاتے ہیں ۔

موسع عدسوں کا سب سے پتلا حصہ وسطی ہوتا ہے ، دیکھو (شکل ۴۸)۔ ان کی محدد سطحوں میں سے ایک سطح ہمیشہ مقعّر ہوتی ہے ۔ دوسری سطح یا مقعر ہوگی (شکل الف)

یا مستوی (شکل ب) یا محدّب (شکل ج)۔ لیکن آخری صورتیں
مقعّر سطح کا انحنا محدّب کے انحنا سے بڑا ہوگا۔

شکل ۴۷

شکل ۴۸

نقطہ ف (شکل ۴۷) جس سے محور کی متوازی شعاعیں
عدسہ میں گزرنے کے بعد پھیلتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں
ایک خاص ماسکہ کہلاتا ہے۔ دوسرا ماسکہ عدسہ سے اتنے
ہی فاصلہ پر اس کے دوسرے جانب ہوگا
(عدسہ مدقق کو محدّب عدسہ اور عدسہ موسع کو مقعّر عدسہ بھی
کہتے ہیں
اگر روشنی کی ایک پنسل کسی منور نقطہ (ش) سے پھیلکر
ایک عدسہ ع د (شکل ۴۹) میں داخل ہو تو $\frac{1}{\text{شا}}$ کو اس

شکل ۴۹

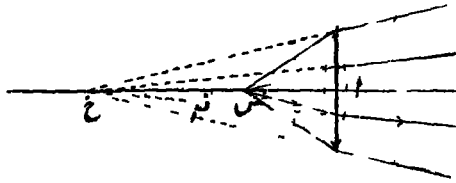
پنسل کا انتشار باعتبار عدسہ کہینگے - اگر یہ پنسل بعد انعطاف نقطہ (خ) پر اکھٹی ہو تو $\frac{1}{اخ}$ خارج پنسل کا استدقاق کہلائیگا۔ چونکہ عدسہ کے دونوں جانب ایک ہی واسطہ (ہوا) ہے اس لئے ف۱ اور ف۲ دو ماسکے ہونگے جو اُسکے مقابل طرفین پر واقع ہونگے، اور جن کے فاصلے عدسہ سے مساوی ہونگے - $\frac{1}{ف۱}$ یا $\frac{1}{اف۲}$ کو ہم عدسہ کی طاقت تدقیقی کہینگے - بیان میں کسی قسم کا اشتباہ نہ ہونے کی غرض سے ہم ا سے وہ نقطہ سمجھینگے جس پر عدسہ ع ح کے حاشیہ میں سے گزرنے والی سطح مستوی کا تقاطع عدسہ کے محور سے ہوتا ہے - لیکن 'شے' اور اُس کے 'خیال' کے فاصلوں میں جو باہمی تعلقات ذیل میں دیے جاتے ہیں وہ محض تقریبی ہیں - اور ان کے استعمال سے جو خطائیں مرتکب ہوتی ہیں اُسی مرتبۂ مقدار کی ہوتی ہیں جیسے عدسہ کی موٹائی - پس یہ فاصلے عدسہ کی سطح سے بھی ناپے جاسکتے ہیں - اِس سے ان خطاؤں میں کوئی قابل لحاظ فرق آنے نہ پائیگا - عدسہ سے خیال کا فاصلہ معلوم کرنے کے لئے ہم ایک قاعدہ بتاتے ہیں، عدسہ جتنا پتلا ہوگا اتنا ہی نتیجہ صحیح برآمد ہوگا -

محدب عدسوں میں جب شعاعوں کی کوئی پنسل داخل ہوتی ہے تو اُن کے استدقاق میں ایک مستقل مقدار کا اضافہ ہوتا ہے یا انتشار میں اُسی مقدار کی کمی ہوتی ہے۔

یہ مقدار عدسہ کی تدقیقی طاقت کے برابر ہے۔

اس قاعدہ کو ہم تین مختلف اقسام کی مثالیں دے کر سمجھائیں گے۔

(۱) اگر منوّر نقطہ بہ نسبت ماسکہ خاص کے عدسہ کے قریب تر ہے (شکل ۵۰)، شعاعوں کی پنسل عدسہ میں داخل ہوکر باہر آنے کے بعد بھی متسع ہوگی۔ لیکن اُسکا اتّساع گھٹ جائیگا۔

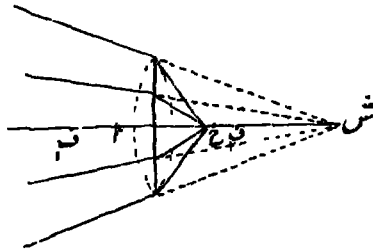
وقوع کے وقت پنسل کا اتّساع $\frac{1}{اش}$ تھا۔ عدسہ کی تدقیقی طاقت $\frac{1}{اف_1}$ ہے۔ پس خارج پنسل کا

شکل ۵۰

اتساع $\frac{1}{اش} - \frac{1}{اف_1}$ ہوگا۔ پس اوپر بیان کئے ہوئے قاعدے سے

$$\frac{1}{اخ} = \frac{1}{اش} - \frac{1}{اف_1}$$

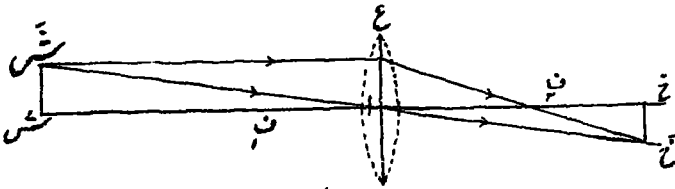
(۲) اگر منور نقطہ بہ نسبت ماسکہ خاص کے عدسہ سے بعید تر ہے (شکل ۴۹)، عدسہ کی تدقیقی طاقت پنسل کے اتّساع سے بڑی ہوگی، اسلئے خارج پنسل مستدق ہوگی۔ استدقاق مساوات

ذیل سے ملتا ہے:-

$$\frac{1}{\text{اخ}_2} = \frac{1}{\text{اف}_1} - \frac{1}{\text{اش}_1}$$

شکل (۵۱)

(۳) اگر وقوع کے وقت پنسل مستدق ہے، عدسہ اس کا استدقاق بڑہا دیگا (شکل ۵۱)۔ پس

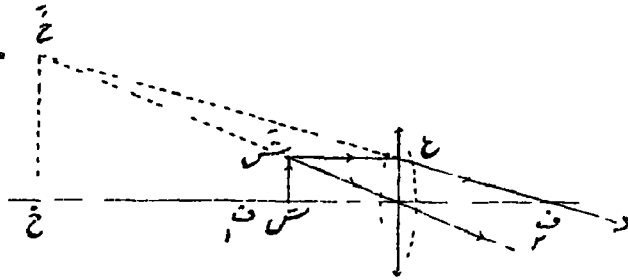
$$\frac{1}{\text{اخ}_1} = \frac{1}{\text{اش}_2} + \frac{1}{\text{اف}_2}$$

فرض کرو $\overline{\text{ف}_1\,\text{ف}_2}$ (شکل ۵۲) عدسہ کا محور ہے۔ ف_1 اور ف_2 ماسکی نقطے ہیں اور ش محور پر ایک نقطہ عدسہ کے

شکل ۵۲

بائیں طرف واقع ہے۔ اور ش شَ ایک خط محور پر

عمود وار کھینچا گیا ہے۔ مقصود یہ ہے کہ ش شَ کے خیال کا مقام اور قد دریافت کیا جائے۔

شَ سے دو شعاعیں کھینچو۔ ایک شَ ۲ جو ۲ یعنے عدسہ کے مرکز میں سے گزرے اور گزرنے کے بعد اسی سمت میں آگے کی طرف بڑہادی جائے۔ دوسری شعاع شَ ع جو محور کی متوازی ہو اور سطح مستوی آع سے (جو ۲ میں سے محور کے عمود وار گزرتی ہے) نقطہ ع پر ملے۔ یہ شعاع عدسہ میں منعطف ہونے کے بعد ف‌ِ میں سے گزریگی۔ شَ کی شبیہ نقطہ خَ پر ہوگی جو شعاع ع ف‌ِ اور شَ ۲ کے تقاطع سے بنتا ہے۔ یہ نقطہ تقاطع یا تو عدسہ کے اُس جانب ہوگا جدہر ف‌ِ واقع ہے۔ (یعنے عدسہ کے سیدہے جانب ہوگا) اور اس صورت میں شبیہ حقیقی اور اُلٹی ہوگی یا اس جانب ہوگی جدہر ف‌ا واقع ہے (یعنے عدسہ کے بائیں جانب ہوگی) اس صورت میں شبیہ مجازی اور سیدہی ہوگی پہلی صورت اُس وقت پیش آئیگی جبکہ ش نقطہ اسکی ف‌ا کے بائیں جانب ہوگا۔ دوسری صورت جبکہ ف‌ا کے سیدہے جانب ہوگا۔ خَ سے خَ خ محور پر عمود وار گراؤ۔ خ خَ، ش شَ کا خیال (یا شبیہ) ہوگا۔ اگر ع ف‌ِ اور شَ ۲ کو تقاطع کے لئے بائیں جانب آگے بڑہانا ہو تو نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بڑہاکر نقطہ خَ پر ملاؤ اور خیال خ خَ بھی نقطہ دار خط کا

کھینچو۔ اگر صورت حال یہی قائم رکھ کر شعاعوں کی سمتیں

شکل (۵۳)

اُلٹ دی جائیں تو مصرحہ بالا عمل حقیقی خیال ش شَ کا مقام بتائیگا، جو اُن شعاعوں سے پیدا ہوتا ہے جن سے عدسہ کے عدم موجودگی میں خیال خ خَ بنتا۔

ذیل میں جو سوالات دیئے گئے ہیں ان کو استدقاق اور التشاع کے طریقہ عمل اور نیز ہندسی عمل سے اشکال کھینچکر حل کرو :-

ایک محدّب عدسہ کی فصل ماسکی ۱۲ سم ہے خیال کے مقام دریافت کرو جبکہ 'شخص' عدسہ کے بائیں جانب اُس سے ۶۰، ۲۴، ۸، ۶، اور ۲ سم 'فاصلوں پر واقع ہو۔

مقعر عدسہ میں جب خیال بنتا ہے تو شخص کا مقام معلوم ہونے کی صورت میں مندرجہ ذیل قاعدہ سے (جو پہلے قاعدہ سے متشابہ ہے) خیال کا مقام دریافت ہوسکتا ہے۔

مقعر عدسوں میں جب شعاعوں کی کوئی پنسل داخل ہوتی ہے، تو اُن کے اِتساع میں ایک مستقل مقدار کا اضافہ ہوتا ہے یا اِستدقاق میں اُسی مقدار کی کمی ہوتی ہے۔ یہ مقدار عدسہ کی اتساعی طاقت کے برابر ہے۔

مساوات جن کے ذریعہ مندرجہ ذیل تین صورتوں میں خیالوں کے مقام کی تعیین ہوتی ہے لکھو۔

(۱) واقع شعاعوں کی پنسل متسع ہے۔

(۲) واقع شعاعیں عدسہ سے آگے بڑھ کر ایک ایسے نقطہ پر جمع ہوتی ہیں جو بہ نسبت ماسکہ خاص کے عدسہ سے قریب تر ہے۔

(۳) واقع شعاعیں عدسہ سے آگے بڑھ کر ایک ایسے نقطہ پر جمع ہوتی ہیں جو بہ نسبت ماسکہ خاص کے عدسہ سے بعید تر ہے۔

۱۲ سم فصل ماسکی والے ایک عدسہ کے بائیں جانب اگر ایک (شخص) اُس سے ۶۰، ۲۴، ۸، ۶، اور ۲ سم فاصلوں پر ہو تو طریقۂ بالا سے ان صورتوں میں خیال کے مقام دریافت کرو۔

ہر صورت میں ہندسی عمل سے بھی جواب معلوم کرو۔ یہ یاد رہے کہ جب متوازی شعاعیں ایک مقعر عدسہ پر اُس کے بائیں جانب واقع ہوتی ہیں تو عدسہ سے باہر آنے کے بعد اُس ماسکی نقطہ سے پھیلتی ہوی دکھائی

دیتی ہیں ، جو عدسہ کے بائیں جانب ہوتا ہے۔
کروی آئینے دو قسم کے ہوتے ہیں :۔
(۱) ایسے ہوتے ہیں کہ اگر متوازی شعاعوں کی ایک پنسل ان پر واقع ہو تو وہ اس کو بدل کر مستدق بنا دیتے ہیں۔ واقع شعاعوں کی جانب وہ مقعّر ہوتے ہیں اور انکی طاقت تدقیقی (یعنی متکافی فصلِ ماسکی) دو چند ہوتی ہے۔ اُن کے انحنا کے نصف قطر کے متکافی کے۔ فصلِ ماسکی سے مُراد آئینہ سے اُس نقطہ کا فاصلہ ہے جس پر متوازی شعاعیں آئینہ سے منعکس ہو کر جمع ہوتی ہیں۔
مدقق آئینوں پر جب شعاعوں کی کوئی پنسل منعکس ہوتی ہے یا تو اس کا استدقاق بقدر آئینہ کی طاقت کے بڑھ جاتا ہے یا اُس کا اتّساع اُسی قدر گھٹ جاتا ہے۔
(۲) ایسے ہوتے ہیں کہ اگر متوازی شعاعیں ان پر واقع ہوں تو وہ اُن کو متّسع بنا دیتے ہیں۔ واقع شعاعوں کی جانب وہ محدّب ہوتے ہیں۔ اور اُن کی اتّساعی طاقت ان کے انحنا کے نصف قطر کے متکافی کے دو چند ہوتی ہے۔
موسّع آئینوں پر جب شعاعوں کی کوئی پنسل منعکس ہوتی ہے ، یا تو اُس کا اتّساع بقدر آئینہ کی طاقت کے بڑھ جاتا ہے یا اُس کا استدقاق اُس قدر گھٹ جاتا ہے۔
۱۲ سم فصلِ ماسکی والے ایک مقعّر آئینہ کے بائیں جانب

اُس سے ۶۰، ۴۴، ۸، ۶، اور ۲ سم فاصلوں پر اگر ایک 'شخص' ہو تو قاعدہ مصرحہ بالا سے اِن مختلف صورتوں میں 'خیال' کے مقام دریافت کرو۔

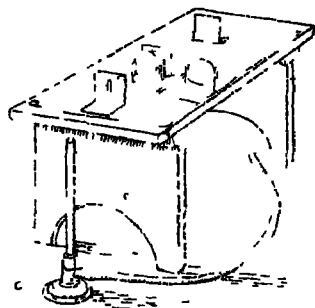
بجائے مقعّر آئینہ کے ایک محدّب آئینہ فرض کر کے اِسی طرح 'خیال' کے مقام معلوم کرو۔

عدسے اور آئینے (۲)

عدسوں اور آئینوں کی ماسکی فصلوں کی تعیین

ضروری سامان: نقشہ کشی کا تختہ۔ ایک محدب اور ایک مقعر عدسہ۔ ایک محدب اور ایک مقعر آئینہ۔ چھری۔ حلقہ۔ پردہ اور دستگیر (شکل ۵۴)۔

مشق (۱)

ایک محدب عدسہ کی ماسکی فصل تقریباً معلوم کرنے کیلئے

شکل ۵۴

نقشہ کشی کے تختہ پر ایک کاغذ جما کر اس پر ایک سیدھا خط کھینچو۔ عدسہ اور پردہ تختہ پر اس طرح عمودوار کھڑا کرو کہ ان کے وسطی نقطے اس خطِ مستقیم پر واقع ہوں۔ اگر ضرورت ہو تو تختہ کسی قدر مائل کیا جائے تاکہ کسی دریچہ یا باہر والی دور کی چیز سے روشنی عدسہ میں داخل ہو کر پردہ پر پڑے۔ اب پردہ کا فاصلہ عدسہ سے حسب ضرورت بڑھاؤ گھٹاؤ تاکہ اُس باہر والی شے کی واضح شبیہ پردہ پر بنجائے۔ عدسہ کے وسطی نقطہ کا فاصلہ پردہ سے صحت کے ساتھ ناپو۔ اگر عدسہ پتلا ہو تو یہ فاصلہ اُس کی ماسکی فصل ہوگا۔ نتیجہ اس طرح لکھو:—

عدسہ نشان ( )

باہر والی دور کی شئے کی شبیہ لیکر فصلِ ماسکی ۴٫۷ سم ناپی گئی۔

مشق (۲)

تختہ کے ایک سرے کے پاس کاغذ کے ایک کنارے کے قریب ایک الپن سیدھا کھڑا کرو۔ اور تختہ کے تقریباً ۱۰ سم پیچھے ایک بنسن کی مشعل روشن کرو تاکہ الپن پر روشنی خوب پڑے۔ کاغذ پر ایک خط کھینچو جو الپن کے مقام پر سے (اور کاغذ کے وسطی حصہ میں سے ایک کنارہ سے دوسرے کنارے تک) گزرے۔ عدسہ کو

عمود وار اس خط پر الپن کے ۱۰ سم پیچھے کھڑا کرو اس طرح سے کہ اس کا مرکز (یعنی وسطی نقطہ) خط پر عمود وار آئے۔ اور خط کے دوسرے سرے کے پاس پردہ کو کھڑا کرو۔ عدسہ اور پردہ کو ترتیب دیگر ایسے مقاموں پر کھڑا کرو کہ پردہ پر الپن کی ایک واضح شبیہ بنجائے۔

عدسہ سے الپن کا فاصلہ (ص)، اور پردہ کا فاصلہ (ل) ناپو اور مندرجہ ذیل جدول میں جیسا بتایا گیا ہے، اِن فاصلوں سے عدسہ کی ماسکی فصل حساب کرکے نکالو:۔

عدسہ نشان (   )

تجربہ	(ص) سم	(ل) سم	واقع شعاعوں کا اتساع یعنی $\frac{1}{ص}$	منعطف شعاعوں کا استدقاق یعنی $\frac{1}{ل}$	عدسہ کی تدقیقی طاقت	ماسکی فصل
۱	۹٫۰۵	۳۶٫۹	٫۱۱۰	٫۰۲۷ *	٫۱۳۷	۳٫۷ سم
۲	۱۲٫۵۵	۱۷٫۷	* ٫۰۷۹	٫۰۵۶	٫۱۳۵	۴٫۷ "
۳	۱۷٫۲۰	۱۲٫۷۵	٫۰۵۸	٫۰۷۸	٫۱۳۶	۴٫۷ "
					اوسط	۴٫۷

* کتاب کے آخر میں صفحہ (   ) پر متکافیات کی جدول دیگئی ہے، اُس کی مدد سے یہ عدد آسانی سے معلوم ہو سکینگے۔ آخری خانہ کے عدد قریب قریب ایک دوسرے کے برابر ہونا چاہئے۔

تنبیہ (۱)۔ اس تجربہ میں عدسہ کی سطح کی وضع 'شے' اور 'شبیہ' کو ملانے والے خط کے لحاظ سے عمود وار ہونی چاہئے۔ ورنہ 'شبیہ' کے کنارے رنگین ہونگے' اور وہ عدسہ سے کسیقدر کم فاصلہ پر واقع ہوگی۔ اِس طرح سے ایک معتدبہ خطا پیدا ہوگی۔

تنبیہ (۲)۔ عدسہ کو عمودی وضع میں کھڑا کرنے پر بھی ممکن ہے کہ 'شبیہ' غیر واضح ہو اور اُس کے گرد ایک رنگین حاشیہ نظر آئے۔ اس لئے کہ فصلِ ماسکی عدسہ کے مختلف حصوں میں سے گزرنے والی شعاعوں کے لئے مختلف ہوتی ہے (اِس کو کروی ضلالت کہتے ہیں) اور نیز مختلف رنگ کی شعاعوں کے لئے مختلف ہوتی ہے (اِس کو لونی ضلالت کہتے ہیں)۔ شعل اور 'شے' کے درمیان رنگین شیشے رکھنے سے لونی ضلالت دفع ہوسکتی ہیں۔ لیکن چونکہ روشنی کمزور ہوجاتی ہے۔ اس لئے ماسکی فصل کا ناپنا زیادہ مشقت طلب ہوجاتا ہے۔ مختلف قطر کے حدقے (جو سیاہ کاغذ کے ہوتے ہیں اور عدسہ کے حاشیہ کے قریب کے حصوں میں سے گزرنے والی شعاعوں کو روک دیتے ہیں) استعمال کرنے سے کروی ضلالت کا اثر گھٹا دیا جا سکتا ہے اور 'شبیہ' کی وضاحت میں بہت ترقی ہوسکتی ہے۔

بجائے الپن کے جھری کو بطور 'شے' کے استعمال کرو' دیکھو کہ جھری عمودوار ہے اور ٹھیک اسی جگہ رکھی گئی ہے جہاں پہلے الپن تھا۔ پھر پردہ کو ایسے ایک مقام پر کھڑا کرو کہ اُس پر جھری کی 'شبیہ' بہ نسبت

اور مقاموں کے واضح ترین ہیں۔ اس کے بعد عدسہ پر بڑے قطر والا حدقہ جماؤ تاکہ عدسہ کے کناروں کے قریب سے روشنی گزر نہ سکے۔ دیکھو کہ 'شبیہ' بہ نسبت پہلے کے اب زیادہ واضح ہے۔ اب چھوٹے قطر والا حدقہ جماؤ۔ جس مقام پر سب سے واضح 'شبیہ' بننے کے لئے پردہ کو کھڑا کرنا چاہئے وہ پہلے سے اب زیادہ صحّت کے ساتھ دریافت ہوسکتا ہے۔ 'ص' اور 'ل' فاصلے ناپو اور اپنی بیاض میں جدول کی شکل میں لکھو۔

مشق (۳)

جب شئے بہ نسبت خاص ماسکہ کے عدسہ سے زیادہ قریب ہوتی ہے اُس کی کوئی حقیقی شبیہ نہیں بنتی۔ لیکن اگر آنکھ عدسہ کے مقابل جانب ہو تو عدسہ میں سے شئے کی ایک مجازی شبیہ عدسہ کے اُسی جانب جدھر شئے واقع ہے دکھائی دیگی۔ شبیہ کا مقام معلوم کرنے کے لئے یا تو شست گیر سے کام لیا جاسکتا ہے یا طریقہ اختلافِ منظر عمل میں لایا جاسکتا ہے۔ جھری کو عدسہ اور اُس کے خاص ماسکہ کے بیچ میں رکھو۔ جھری کے پیچھے مشعل روشن کرو۔ عدسہ کی جس جانب جھری ہے اُس کی مقابل جانب سے جھری کی 'شبیہ' کو دو جُداگانہ مقام سے (جو عدسہ کے محور کے مقابل طرفین پر ہوں) دیکھو اور شست گیر کی مدد سے مجازی شبیہ کے مقام

کی تعیین کرو۔ شے اور شبیہ کے فاصلے عدسہ سے یعنی ص
اور ل ناپ لو۔ پھر جہری کو عدسہ سے اُس کی ماسکی
فصل کے تقریباً ۲/۳ فاصلہ پر رکھ کر یہی تجربہ دوہرا لو۔ اور
مصرحہ ذیل مثال کی طرح حسابی عمل کرو:۔

عدسہ نشان (   )

تجربہ	ص سم	ل سم	واقع شعاعوں کا التباع 1/ص	منعطف شعاعوں کا التباع 1/ل	عدسہ کی تدقیقی طاقت	ماسکی فصل
۱	۳،۹۰	۸،۵۵	،۲۵۶	،۱۱۷	،۱۳۹	۷،۲ سم
۲	۵،۸۰	۲۵،۶	،۱۷۲	،۰۳۹	،۱۳۳	۷،۵ سم
					اوسط	= ۷،۳

مشق (۴)

مقعر عدسہ سے علی العموم مجازی شبیہ بنتی ہے۔ اور
پردہ پر اُتاری نہیں جاسکتی۔ تاہم شست گیر کے ذریعہ
سے اُس کا مقام دریافت ہوسکتا ہے۔

مشق (۳) میں جو محدّب عدسہ استعمال ہوا تھا اُس کی
جگہ ایک مقعّر عدسہ کھڑا کرو۔ اور اُس سے تقریباً ۲۵
اور ۳۵ سم فاصلوں پر جہری رکھ کر شست گیر سے دو دو

مشاہدے کرو ۔ حسابی عمل اور نتائج کی ترتیب مندرجہ ذیل مثال کی طرح کیجائے:۔

عدسہ نشان (   )

تجربہ	ص، سم	ل، سم	واقع شعاعوں کا انتشار $\frac{1}{ص}$	منعطف شعاعوں کا انتشار $\frac{1}{ل}$	عدسہ کی انتشاعی طاقت	ماسکی فصل
۱	۳۶٫۴	۷٫۹	۰٫۲۷	۱٫۲۷	۱٫۰۰	۱۰٫۰
۲	۲۴٫۰	۷٫۱	۰٫۴۲	۱٫۴۰	۰٫۹۸	۱۰٫۲
					اوسط =	۱۰٫۱

مشق (۵)

مشق (۴) میں مقعر عدسہ کی جو ماسکی فصل دریافت ہوئی اُس کی تصدیق کیلئے مقعر عدسہ کو اُس سے چھوٹی ماسکی فصل والے ایک محدّب عدسہ سے چسپاں کرکے مشق (۱) کیطرح مجموعہ کی ماسکی فصل معلوم کرو ۔ مقعر عدسہ کی طاقت، محدّب عدسہ اور عدسوں کے مجموعہ کی طاقتوں کے تفاوت کے برابر ہوگی ۔ مشاہدات یوں قلمبند کرو:۔

محدّب عدسہ کی ماسکی فصل = ۷٫۴ سم ۔ پس طاقت تدقیقی = $\frac{1}{۷٫۴}$ = ۱٫۳۶

مجموعہ کی ″ ″ = ۲۷٫۰ سم ۔ پس ″ ″ = $\frac{1}{۲۷٫۰}$ = ۰٫۳۷

پس مقعر عدسہ نشان (   ) کی انتشاعی طاقت ـــ = ۰٫۹۹

اسلئے مقعر عدسہ نشان (   ) کی ماسکی فصل = ۱۰٫۱ سم

مشق (۶)

مشق (۱) میں جو محدّب عدسہ دیا گیا تھا اُس کے بجائے ایک مقعّر آئینہ کھڑا کرو اور اُس مشق کے پردہ کے عوض ایک چھوٹا پردہ کوئی ۱ سنتی میتر قطر کا استعمال کرکے اُسی مشق کی طرح عمل کرکے مقعّر آئینہ کی ماسکی فصل دریافت کرو۔

مشق (۷)

مشق (۲) کی طرح ایک مقعّر آئینہ کی ماسکی فصل کی تعیین کرو۔ اس کے لئے ایک الپن یا جھری آئینہ سے کوئی ۲۰ سم فاصلہ پر اور محور سے چند سنتی میتر بازو ہٹا کر کھڑا کرو۔ پردہ ایسا کھڑا کیا جائے کہ اُس کا کنارہ محور پر ہو۔ پھر اُس کو آئینہ کے قریب لیجاؤ یا دور ہٹاؤ (جیسی ضرورت ہو) یہانتک کہ اُس پر الپن یا جھری کی ایک واضح شبیہ نظر آئے۔ پھر مشق (۲) کی طرح شئے اور شبیہ کے فاصلے آئینہ سے ناپ کر اسکی ماسکی فصل شمار کرو۔

مشق (۸)

مقعّر آئینہ کی ماسکی فصل مشق (۳) کی طرح الپن یا جھری

آئینہ سے بہ لنسبت ماسکۂ خاص کے قریب تر کھڑا کر کے شست گیر کے ذریعہ سے دریافت کرو ۔

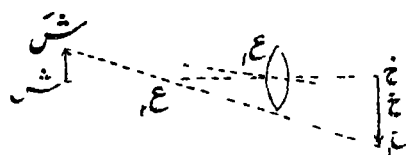
مشق (۹)

مشق (۸) میں جو طریقہ سمجھایا گیا ہے اُس سے ایک محدّب آئینہ کی ماسکی فصل کی تعیین کرو ۔

عدسے اور آئینے۔(۳)

محدّب عدسہ اور مقعّر آئینہ میں جو شبیہ بنتی ہے اُسکے اور شے کے قدونکا تناسب تجربہ کے ذریعہ دریافت کرنا۔

سامان جسکی ضرورت ہوگی	۔نقشہ کشی کا تختہ ۔جھری ۔عدسہ ۔مقعر آئینہ ۔حدقہ ۔پردہ اور نقشہ کشی کے آلات ۔

فرض کرو (ع۱) شکل ۵۵ میں ایک مدقق عدسہ کا مرکز ہے اور نقطہ (ش۱) کا خیال (خ۱) ہے۔چونکہ $\frac{1}{ع_1 ش_1}$ واقع

شکل ۵۵

شعاعوں کا اتّساع ہے اور $\frac{1}{ع_1 خ_1}$ خارج شعاعوں کا استدقاق۔

'شخص' اور 'خیال' کے مقاموں میں تعلق مساوات ذیل سے بتایا جاتا ہے۔

$$\frac{1}{\text{ع ش}} + \frac{1}{\text{ع خ}} = \frac{1}{\text{ف}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

جہاں $\frac{1}{\text{ف}}$ عدسہ کی تدقیقی طاقت ہے۔

اب فرض کرو ش شَ ایک چھوٹی خطی شے ہے جو عدسہ کی محور پر عمود وار کھڑی ہے۔ اور خ خَ اُس کی شبیہ ہے۔ اگر عدسہ پتلا ہے تو شَ کو خَ سے ملانے والا خط عدسہ کے مرکز ع میں سے گزرے گا۔ اور مثلث ع شَ ش مثلث ع خَ خ کا متشابہ ہوگا۔ پس

$$\frac{\text{خَ خ}}{\text{شَ ش}} = \frac{\text{ع خ}}{\text{ع ش}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (2)$$

یا اگر اس مضمون کو الفاظ میں ادا کیا جائے۔ شبیہ اور شے کے قدوں کا تناسب' عدسہ سے اُن کے فاصلوں کے تناسب کے مساوی ہے۔

مشق

مساوات (۲) کے ذریعہ جو تعلق ظاہر کیا گیا ہے اُس کو ثابت کرنے کے لئے مندرجہ ذیل تجربے کرو:۔

(۱) ایک محدّب عدسہ لو اور اُس کو کسی مبداء نور سے (مثلاً ایک شعلہ یا ایک دریچہ سے) کم از کم ۵ میٹر فاصلہ پر رکھ کر اُس کے دوسرے جانب پردہ کو ایسے مقام پر کھڑا کرو کہ

اُس پر شبیہ بہ نسبت اور مقاموں کے زیادہ واضح اُترے۔ اب عدسہ سے پردہ کا فاصلہ ناپنے سے عدسہ کی ماسکی فصل تقریباً معلوم ہو جائیگی۔

(۲) ایک پردہ دیا گیا ہے جس کے بیچ میں ایک جھری ہے۔ جھری کی لمبائی (ا) ناپ لو' اور اُس پردہ کو نقشہ کشی کے تختہ کے بائیں کنارے کے قریب ایسا کھڑا کرو کہ جھری کی وضع افقی ہو۔ جو ماسکی فصل دریافت ہوئی ہے پردہ سے اُس کے دوگنے سے دو یا تین سنٹی میٹر زیادہ فاصلہ پر عدسہ کو اُس کی ٹیکن پر کھڑا کرو۔ جو حلقہ دیا گیا ہے اُس کو عدسہ سے لگادو تاکہ روشنی کی شعاعیں عدسہ کے صرف وسطی حصہ میں سے گزریں۔ جھری کے پیچھے مشعل روشن کرو۔ اور ایک سادہ پردہ عدسہ کے محور پر ایسے مقام پر کھڑا کرو کہ اُس پر جھری کی شبیہ نہایت واضح اُترے۔ جھری' عدسہ اور پردہ کے مقاموں پر نشانیں لگا دو۔

جھری کا فاصلہ (ص) اور پردہ کا فاصلہ (ل) عدسہ سے ناپو۔

(۳) کمپاس کے ذریعہ یا ایک شیشے کے پیمانہ کے ذریعہ جھری کی شبیہ کا طول (ب) ناپ لو۔

جھری اور عدسہ کے مقام وہی رکھ کر مکرر پردہ کا وہ مقام دریافت کرو جہاں شبیہ نہایت واضح نظر آتی ہے۔ مقام پر پہلے کی طرح نشان لگاؤ اور جھری کی شبیہ کا طول

بھی مکرر ناپو - ان دو مشاہدات سے (ل) اور (ب) کی اوسط قیمتیں نکالو -

(۴) پردہ کو ہٹاکر اُس کا فاصلہ جھری سے عدسہ کی تقریبی ماسکی فصل کے چوگنے سے کم کردو - دیکھو اب عدسہ کے لئے کہیں بھی ایسا مقام نہ مل سکیگا جس پر اُس کو رکھنے سے پردہ پر جھری کی واضح شبیہ بنے -

(۵) پردہ کو نقشہ کشی کے تختہ کے داہنے کنارے کے قریب رکھو -

اب عدسہ کے لئے دو ایسے مقام مل سکتے ہیں جن پر اُس کو رکھنے سے پردہ پر جھری کی صاف اور واضح شبیہ اُتریگی- دونوں صورتوں میں عدسہ سے جھری اور پردہ کے فاصلے اور نیز جھری کا طول ناپ لو مزید صحت کے لئے عدسہ کا ایک ایک مقام دو دو بار تجربہ کرکے دریافت کرو اور مشاہدات کے اوسط نکالو -

اس تجربہ سے طالب علم کو معلوم ہو جائیگا کہ اگر پردہ اور جھری کا درمیانی فاصلہ عدسہ کی ماسکی فصل کے چہار چند سے زائد ہو اور اُس کو مستقل رکھا جائے تو جھری کی واضح شبیہ پردہ پر پڑنے کے لئے عدسہ کے لئے دو مخصوص اور علٰحدہ علٰحدہ مقام ہوتے ہیں -

اگر شکل ۵۵ میں پردہ نقطہ (خ) پر واقع ہو اور ع عدسہ کے لئے ایک ایسا مقام ہے کہ اگر شئے (ش) پر

رکھی جائے تو اُس کی واضح شبیہ پردہ پر بنتی ہے، تو یہ بآسانی ثابت ہو سکتا ہے کہ عدسہ کے لئے دوسرا مقام ع٢ ایسا ہوگا کہ ش ع٢ مساوی ہوگا خ ع١ کے۔ اس صورت میں شَ ش کی شبیہ خَ٢ خ ہوگی۔

اب
$$\frac{\text{خَ خ}}{\text{شَ ش}} = \frac{\text{خ ع}_2}{\text{ش ع}_2} = \frac{\text{ش ع}_1}{\text{خ ع}_1}$$

معہذا
$$\frac{\text{ش ع}_1}{\text{خ ع}_1} = \frac{\text{شَ ش}}{\text{خَ}_2\ \text{خ}}$$

پس
$$\frac{\text{خَ}_1\text{خ}}{\text{شَ ش}} = \frac{\text{شَ ش}}{\text{خَ}_2\ \text{خ}}$$

یا
$$\text{شَ ش} = \sqrt{\text{خَ}_1\text{خ} \times \text{خَ}_2\text{خ}}$$

اگر یہی مضمون الفاظ میں ادا کیا جائے تو یہ کہا جائیگا کہ اگر شئے اور پردہ کا درمیانی فاصلہ ایک ہی رہے اور عدسہ کے دونوں مقام معلوم ہو جائیں جن پر اُس کو رکھنے سے پردہ پر واضح شبیہ بنتی ہے۔ ان شبیہوں کے طول کا ہندسی اوسط شئے کے طول کے برابر ہوتا ہے۔

نتیجہ اِس طرح لکھو:—

عدسہ کی ماسکی فصل = ۸،۱ سم

جھری کا طول (۲) = ۰،۲ سم

ص	ل	ص+ل	ل/ص	ب	ب/ا
۱۸،۱	۱۴،۷	۳۲،۸	،۸۰	۱،۶۰	،۸۰
۳۳،۳	۱۰،۷	۴۴،۰	،۳۲	،۶۵	،۳۳
۱۰،۶	۳۳،۴	۴۴،۰	۳،۱۵	۶،۲۵	۳،۱۳

جہری اور پردہ کے بیچ میں جبکہ فاصلہ ۴۴ سم تھا (نب) کی دونوں قیمتوں کا ہندسی اوسط

$$= \sqrt{۰،۶۵ \times ۶،۲۵} = ۲،۰۱ \text{ سم}$$

[نوٹ:- منجانب مترجم - اسی تجربہ سے عدسہ کی ماسکی فصل بھی برآمد ہوتی ہے - اگر ع۱ ع۲ اور ش خ فاصلے ناپ لئے جائیں تو

$$ف = \frac{(ش خ)^۲ - (ع_۱ ع_۲)^۲}{۴ (ش خ)}$$

جب ش خ ماسکی فصل کا کامل چہار چند ہوتا ہے تو فاصلہ ع۱ ع۲ گھٹ کر صفر ہوجاتا ہے یعنے عدسہ کے لئے اب صرف ایک ہی مقام رہجاتا ہے -]

اسی طرح سے ثابت کرو کہ جب مقعر آئینہ میں شبیہ بنتی ہے تو شئے اور شبیہ کے طول کا تناسب آئینہ سے اُنکے

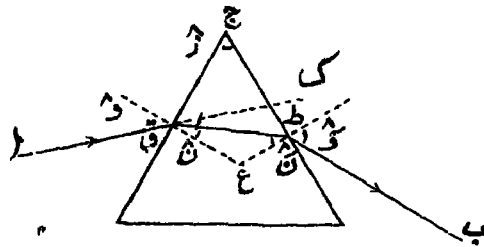
فاصلوں کے تناسب کے مساوی ہے۔ اس صورت میں جھری اور پردہ دونوں آئینہ کی مقعّر سطح کی جانب ہونگے اور محور کے مقابل طرفین پر اُس سے کسیقدر ہٹے ہوئے ہونگے ؞

فصل بست و ہفتم

روشنی کا انعطاف منشور میں

فرض کرو ا ق (شکل ۵۶) ایک روشنی کی شعاع ایک منشور پر واقع ہے، جس کا انعطافی زاویہ ژ ہے۔ منشور میں داخل ہوکر وہ ق ط کی سمت میں منعطف ہوگی اور اگر عمود ع د کے ساتھ شعاع کا زاویہ منشور کے باہر د ہے، اور منشور کے اندر ن تو کلیہ انعطاف سے

جیب د = م جیب ن .... (۱)

م سے یہاں مادۂ منشور کا انعطاف نما ہے۔

شکل ۵۶

ط پر شعاع مکرر منعطف ہوتی ہے اور منشور سے نکلکر سمت طبَ میں باہر آتی ہے - اگر ط پر شعاع کا زاویہ عمود ع طَ کے ساتھ منشور کے باہر وَ ہے اور منشور کے اندر نَ تو شعاع کا خروج بلحاظ مساوات ذیل ہوگا -

جب ‹وَ = م جب ‹نَ .... (۲)

مثلث ج ق ط میں تینوں زاوے ملکر دو قائمہ کے برابر ہونا چاہئے - پس زاویہ ‹ج ق ط اور زاویہ ‹ج ط ق دونوں ملکر (۱۸۰° - ز) کے برابر ہیں .... (۳)

مگر ج ق ط = ۹۰° - ن

اور ج ط ق = ۹۰° - نَ

پس ‹ج ق ط + ‹ج ط ق = ۱۸۰° - ز .... (۴)

مساوات (۳) اور (۴) کے مقابلہ سے واضح ہے کہ

ز = ن + نَ .... (۵)

ذیل کی تین مساواتوں سے

جب ‹و = م جب ‹ن .... (۱)

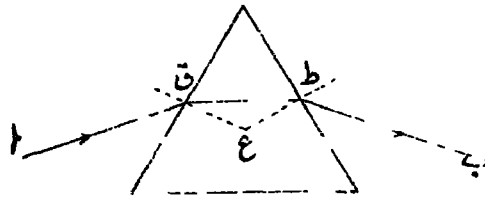
جب ‹وَ = م جب ‹نَ .... (۲)

ز = نْ + نَ .... (۵)

منشور میں شعاع کا راستہ کامل طور پر مل جاتا ہے اگر منشور کا انعطافی زاویہ زْ اور اس کا انعطاف نما (م) معلوم ہوں - چنانچہ اگر پہلا زاویہ وقوع وْ دیا جائے تو (نْ) مساوات (۱) سے شمار ہو سکتا ہے - اس سے

مساوات (۵) سے نٓ دریافت ہوسکتا ہے اور آخر میں مساوات (۲) سے زاویہ وٓ ۔

منشور میں انعطاف کی ایک صورت خاص اہمیت رکھتی ہے ۔ یہ وہ صورت ہے جبکہ شعاع منشور میں سے متشاکلاً گزرتی ہے جیسا کہ (شکل ۵۷) میں بتایا گیا ہے۔ ایسی حالت میں نٓ = نٓ' اور مساوات (۱) اور مساوات (۲) سے وٓ = وٓ' ۔ پس مساوات (۵) سے نٓ = $\frac{ن}{۲}$

شکل ۵۷ —

منشور سے کسی شعاع کے انحراف سے مراد وہ زاویہ ہے جو منشور کے اثر سے شعاع کے مڑ جانے سے پیدا ہوتا ہے ۔ اگر شکل (۵۶) میں ا ق شعاع کی پہلی سمت ہے اور ط ب اُس کی سمت منشور سے نکل آنے کے بعد ۔ تو ا ق اور ط ب سے جو زاویہ بنتا ہے اُس سے شعاع کا انحراف ناپا جائیگا ۔ ہم اِس زاویہ کو دو جداگانہ زاویے ناپ کر معلوم کرینگے ۔ ایک زاویہ

سے، شعاع جب پہلے مرتبہ (یعنی ہوا سے منشور میں جاتے وقت) منعطف ہوتی ہے اُس کا انحراف مشخص ہوتا ہے اور دوسرے سے شعاع کے دوسرے انحراف کا پتہ چلتا ہے جو اُس کو منشور سے باہر ہوا میں آنے سے ہوتا ہے۔ ان دونوں کو جوڑ لینے سے پورا انحراف دریافت ہوجائیگا۔ چنانچہ زاویہ ع ق ک = دو اور زاویہ ط ق ک = (ن) اور چونکہ ط ق ک پہلے انعطاف سے شعاع کا انحراف ہے یہ انحراف (و - ن) کے مساوی ہوگا۔ اسی طرح دوسرے انعطاف سے شعاع کا انحراف (و - ن) ہوگا۔ اور اسلئے پورا انحراف ح مساوات ذیل سے ظاہر ہوگا۔

ح = (و - ن) + (و - ن) = (و + و) - (ن + ن) = او + و - ز ......(۶)

اگر مساوات (۱)، (۲)، (۵) سے و معلوم ہوگیا ہو تو شعاع کا انحراف شمار ہوسکتا ہے۔ تجربہ سے پایا جاتا ہے کہ اگر شعاع واقع کی سمت مقرر ہوجائے تو منشور کی ایک خاص وضع ہوتی ہے جس میں شعاع کا انحراف بہ نسبت اور وضعوں کے کم ہوتا ہے اُس کو اقل انحراف کی وضع کہینگے۔ اقل انحراف کی وضع وہی ہے جس میں شعاع منشور میں سے متشاکلاً گزرتی ہے دیکھو شکل ۵۷-

اس حالت میں

زاویہ و = زاویہ و اور ن = ز/۲ ......(۷)

اِس صورت میں مساوات (۶) سے انحراف کی جو قیمت ملتی ہے ۲ دو - دز کے برابر ہے اس کو

ح سے تعبیر کریں

تو $<\text{و} = \frac{\text{ح} + \text{ز}}{۲}$ .. .... (۸)

اور چونکہ جب $<$و = م جب $<$ن اس لئے مساوات (۷) اور (۸) کی مدد سے

$$\text{جب} < \frac{\text{ح} + \text{ز}}{۲} = \text{م جب} < \frac{\text{ز}}{۲} \quad (۹)$$

$$\text{پس} \quad \text{م} = \frac{\text{جب} < \frac{\text{ح} + \text{ز}}{۲}}{\text{جب} < \frac{\text{ز}}{۲}}$$

اگر ح اور ز ناپ لئے جائیں تو م کی قیمت مل جائیگی۔

سوال۔ ایک منشور کا انعطافی زاویہ ۶۰ درجہ ہے، اس کا انعطاف نما ۱٫۶ ۔ حساب کرکے بتاؤ زاویہ وقوع کیا ہونا چاہئے تاکہ شعاع منشور میں سے متشاکلاً گزرے۔ [کتاب کے آخر میں جیوب کی جدول دیگئی ہے دیکھ لیجائے]

مشق

ہندسی عمل سے، خارج شدہ شعاع کی سمت کی تعیین

فرض کرو منشور کا انعطافی زاویہ ج ہے (شکل ۵۸)۔ ج کو مرکز قرار دے کر نصف قطر ۱ اور م کے دو دائرے بناؤ۔ م یہاں منشور کا انعطاف نما ہے۔ ا ج کی متوازی ایک شعاع منشور کی بائیں سطح پر واقع ہے نقطہ ۲ سے، جو شعاع اور اندرونی دائرے کے تقاطع

کا مقام ہے ، ا۱ د منشور کی پہلی سطح پر ایک عمود گراؤ اور

شکل ۵۸

اُس کو اوپر کی طرف آگے بڑھا کر بیرونی دائرے کو نقطہ اَ۱ پر قطع کرنے دو ۔ اَ۱ ج کو ملاؤ اور اُس کو آگے کی طرف بڑھا کر دوبارہ بیرونی دائرے کو نقطہ بَ۱ پر قطع کرنے دو۔ فصل بست و سوم کی دوسری مشق میں جو ہندسی عمل سمجھایا گیا ہے اُس سے واضح ہے کہ خط اَ۱ ج مَ۱ شعاع منعطف کا متوازی ہے ۔ خط ب۱ ذ منشور کی دوسری سطح پر عمود وار کھینچو ۔ فرض کرو وہ اندرونی دائرے کو مقام ب۱۱ پر قطع کرتا ہے ۔ ج ب۱ کو ملاؤ ۔ خط ج ب۱ شعاع

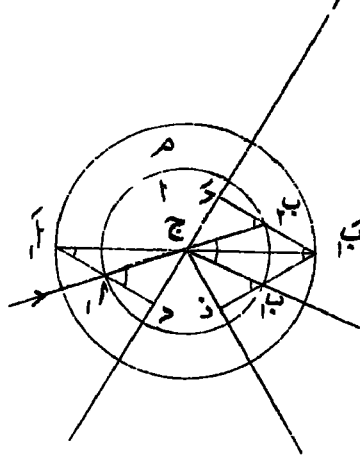
ب۱ ج کا حصہ [illegible] ۔

اگر ا ق ایک شعاع ا ج کے متوازی، منشور کی پہلی سطح پر نقطہ ق پر واقع ہے خط ق ط نقطہ ق پر سے خط اَج ہب ا کا متوازی کھینچو۔ جس نقطہ (ط) پر یہ خط منشور کی دوسری سطح کو قطع کرے اُس پر سے خط ط ب خط ج ب ا کا متوازی کھینچو۔ ط ب خارج شعاع کی سمت ہے جو ابتداءً ا ق کی سمت میں منشور پر واقع ہوئی تھی۔

اِس طریقہ سے ایک منشور کے انعطافی زاویہ کو ۶۰ درجہ اور اُس کے انعطاف نما کو ۱ء۶ مان کر، دریافت کرو خارج شعاعیں کیا ہونگی اگر واقع شعاعوں کا زاویہ وقوع منشور کی پہلی سطح پر یکے بعد دیگرے ۳۰ درجہ، ۴۰، ۵۰ اور ۶۰ درجہ ہو۔

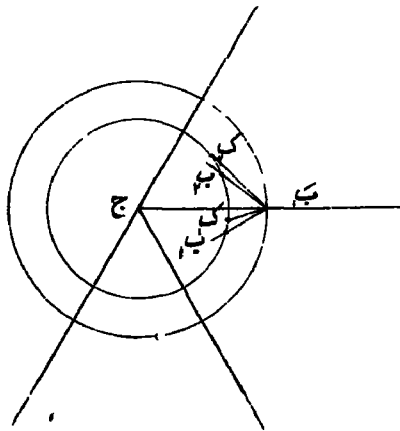
[نوٹ منجانب مترجم۔ نیچرل فلاسوفی مصنفہ Deschanel میں اسی ہندسی عمل کی مدد سے ثابت کیا گیا ہے کہ جب شعاع منشور میں سے متشاکلاً گزرتی ہے تو انحراف اقل ہوتا ہے۔ سہولت کی غرض سے یہ طریقہ عمل خفیف تبدیلی کے ساتھ ذیل میں درج کیا جاتا ہے۔ علی العموم ایسے مسئلے ڈفرنشیل کلکیولس (احصائے تفرقات) کی مدد سے حل ہوتے ہیں۔

شکل (۵۸ الف) میں منشور سے شعاع متشاکلاً گزرنے کا عمل بتایا گیا ہے۔ شعاع واقع ا ج کی متوازی ہوگی منشور کے اندر اُس کا راستہ ۲ اَ ب ا کے متوازی ہوگا۔ اور شعاع خارج کی سمت ج ب ۲ کی متوازی ہوگی۔

واضح ہے کہ ‹ج $ا_۲$ ح = زاویہ وقوع $\hat{و}$ اور ‹ج $ا_۲$ ح = زاویہ انعطاف $\hat{ن}$۔
اسی طرح ‹ج $ب_۱$ ذ = $\hat{و}$ اور ‹ج $ب_۱$ ذ = $\hat{ن}$
شکل ۵۸ الف میں $\hat{و}$ = $\hat{و}$ اور $\hat{ن}$ = $\hat{ن}$

شکل ۵۸ الف

اگر شعاع واقع $ا_۱$ ج کو آگے بڑھاکر اندرونی دائرہ کو نقطہ $ب_۲$ پر قطع کرنے دیا جائے اور $ب_۲$ سے ایک عمود $ب_۲$ ح منشور کی پہلی سطح پر (اس کو آگے بڑھا دینے کے بعد) گرایا جائے تو بھی نقطہ $ب_۱$ کا مقام وہی ہوگا جو شکل ۵۸ کے عمل سے ملتا ہے۔ ‹ج $ب_۲$ ح = $\hat{و}$ اور ‹ج $ب_۱$ ح = $\hat{ن}$
اور ہر صورت میں جبکہ شعاع منعطف ہوکر منشور کی دوسری سطح سے خارج ہوتی ہے ‹$ب_۱$ $ب_۱$ $ب_۲$ = $\hat{ن}$ + $\hat{ن}$ = $\hat{م}$
یعنی زاویہ انعطاف منشور

اور ‹$ب_۱$ ج $ب_۲$ = زاویہ انحراف $\hat{ح}$.

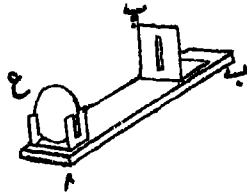
اب فرض کرو منشور کو خفیف سا گھما کر شعاع واقع اج اور شعاع خارج ب۱ ج کی سمتیں ذرا ذرا سی بدل دی جاتی ہیں منشور کے اندر شعاع کا راستہ وہی رکھا جاتا ہے جو پہلے تھا۔ اگر شکل (۵۸ ب) کا مقابلہ شکل (۵۸ الف) سے کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ قوس ب۱ ک۱ کا طول بہ نسبت قوس ب۲ ک۲ کے طول کے چھوٹا ہے۔ اسلئے کہ زاویہ ب۱ بَ ب۲ مساوی ہے زاویہ ک۱ بَ ک۲ کے (کیونکہ دونوں = ز) اور ک۱ خط بَ ج اور اندرونی دائرے کے مقام تقاطع سے قریب ہو رہا ہے اور ک۲ اُس سے دور۔ یہ یاد رکھنا چاہئے کہ ب۱ اور ب۲ خط بَ ج اور اندرونی دائرے کے مقام تقاطع سے مساوی فاصلوں پر واقع ہیں۔ پس ک۱ ک۲ قوس کا طول بڑا ہوگا ب۱ ب۲ قوس کے طول سے یعنے زاویہ انحراف پہلے سے بڑھ جائیگا۔

شکل (۵۸ ب)

مشق

ایک شیشہ کے منشور کے انعطاف نما کی تعیین

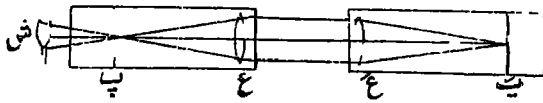
ضروری آلات	نقشہ کشی کا تختہ - منشور - دو عدسے - جھری - پردہ - تختے اور زاویہ پیما -

سب سے پہلے اِس بات کی ضرورت ہوگی کہ متوازی شعاعوں کی ایک پنسل مہیّا کی جائے - اگر ایک تنگ جھری کو اس طرح پر کھڑا کریں کہ اُس کا مرکز ایک عدسہ کے خاص ماسکہ پر واقع ہو' تو جھری کے مرکز سے آنے والی شعاعیں عدسہ سے نکلنے کے بعد' جھری اور عدسہ کے مرکزوں کو ملانے والے خط کی متوازی ہونگی - جھری کے کسی اور مقام سے پھیلنے والی شعاعیں آپس میں تقریباً متوازی ہوں گی لیکن اُن کی سِمت عدسہ کے محور سے مائل ہو گی -

ایک چھوٹا تختہ ا ب (شکل ۵۹) دیا جاتا ہے، اُس پر

شکل ۵۹

ایک عدسہ (ع) اور ایک پردہ جس کے بیچ میں ایک تنگ عمودی جھری (پ) بنائی گئی ہے، کھڑا کئے جا سکتے ہیں عدسہ کو تختہ کے سرے کے پاس رکھو۔ اور پردہ کے لئے (تختہ پر) ایک ایسا مقام تلاش کرو کہ ایک دور کی شئے کی شبیہ اُس پر واضح اور ممتازالحدود دکھائی دے۔ اگر ضرورت سمجھی جائے، عدسہ اور پردہ کو اُن کے سہاروں کے کونوں کے سوراخوں میں سے البین چبھوکر تختہ سے باندہ دو۔ جھری اور عدسہ کا اس طرح کا ایک مجموعہ جس سے روشنی کی متوازی شعاعوں کی ایک پنسل بن سکتی ہے، "متوازی گر" کہلائیگا۔

ایک دوسرا عدسہ عَ اور ایک پردہ پَ، جس کے بیچ میں ایک عمودوار خط کھنچا گیا ہے، ایک پہلے تختہ کے مشابہ تختہ پر رکھو۔ عدسہ کا ماسکہ پردہ کا مقام وسط ہونا چاہئے۔ اگر ضرورت سمجھی جائے عدسہ اور پردہ کو البین کے ذریعہ تختہ سے باندھ دو۔ اس دوسرے تختہ کو

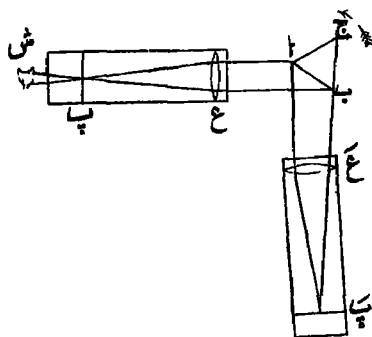
(اُس کے لوازماتِ سمیت) ہم "ماسکہ پر لانے کا تختہ" کہینگے اگر ماسکہ پر لانے کا تختہ، توازی گر، اور منوّر شعلہ ش (شکل ۶۰)

شکل ۶۰

اس طرح پر ترتیب دیئے جائیں کہ پردے، عدسوں، جہری اور شعلے کے مرکز سب ایک خط مستقیم پر واقع ہوں تو پردہ پر جہری کی ایک واضح اور ممتازالحدود شبیہ دکھائی دینا چاہئے۔

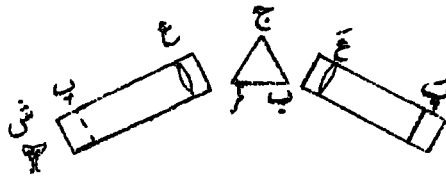
مشق

منشور کے انعطاف نما کی تعین کے لئے پہلے اس کا انعطافی زاویہ ناپ لینا ہوگا۔

منشور اور ماسکہ پر لانے کے تختہ کو ایسی وضعوں میں رکھو کہ روشنی کی پنسل منشور کی سطحوں میں سے ایک سطح ا ب (شکل ۶۱) پر سے منعکس ہوکر جہری کی ایک ممتازالحدود شبیہ پردہ کے وسطی خط پر بناتی ہے۔ منشور کو خفیف سا آگے اور پیچھے کی طرف چکر دیکر دیکھو آیا جہری کی شبیہ جس طرح حرکت کرنا چاہئے حرکت کرتی ہے، اور منشور میں شعاعوں کی کلّی انعکاس سے تو نہیں پیدا ہوئی ہے۔ جب تمہیں ان امور کا اطمینان ہوجائے، منشور جس

قاعدہ پر کھڑا ہوگا اُس کے تین کناروں میں سے کسی ایک پر پنسل سے خط کھینچو۔ اب توازی گر اور ماسکہ پر لانے کے تختہ کو اسی وضع میں رہنے دو۔ صرف منشور کو گھما کر ایسی وضع میں لاؤ کہ پھر جھری کی شبیہ پردہ پر نظر آئے لیکن بجائے سطح ا ب پر سے شعاعیں منعکس ہونے کے سطح ا ج پر سے منعکس ہوں۔ منشور کے قاعدہ کے اُسی کنارے پر جس پر پہلی وضع میں خط کھینچا گیا تھا اب مکرر خط کھینچو۔ واضح ہے کہ ان دونوں خطوں کا درمیانی زاویہ منشور کے گھومنے کا زاویہ اور (۱۸۰° - <ب ا ج) کے مساوی ہے۔ اگر اس کو ناپ لیا جائے تو <ب ا ج یعنے منشور کا انعطافی زاویہ ؤ معلوم ہو جائیگا۔

شکل (۶۱)

منشور سے شعاع میں جو اقل انحراف پیدا ہوتا ہے اب اس کو ناپنے کی کارروائی کی جائے۔

منشور کو ایسی وضع میں کھڑا کرو کہ توازی گر سے نکلکر شعاعوں کی پنسل منشور سے منعطف ہو کر نکلے ۔ (دیکھو شکل ۶۱ الف)

شکل ۶۱ الف

شکل کی مطابقت کے لئے ہم فرض کرینگے کہ منشور کا جو زاویہ ذؔ ناپا گیا ہے زاویہ ا ج ب ہے ۔

ماسکہ پر لانے کے تختہ کی وضع درست کرو تاکہ منشور سے جو طیف بنتا ہے پردہ پر نظر آئے ۔ منشور کو ایک عمودی محور پر گھمانے سے اس طیف کے مقام میں تبدیلی پائی جائگی لیکن منشور کی وہ وضع جس سے طیف کا انحراف اقل ہوگا آسانی سے معلوم ہو جائیگی ۔ منشور کو اس وضع میں رکھ کر ماسکہ پر لانے کے تختہ کو ایسے مقام پر جماؤ کہ طیف کا زرد رنگ پردہ کے وسطی خط پر آجائے اس کے بعد تختہ کے ایک کنارہ پر سے پنسل کے ذریعہ خط کھینچکر تختہ کا مقام بتاؤ ۔

منشور کو اٹھا لو اور ماسکہ پر لانے کے تختہ کو سیدھا توازیگر کے ساتھ ایک سیٹ میں جوڑو (بطور شکل ۶۰ کے) کہ جھری کی شبیہ پردے کے وسطی خط پر دکھائی دے ۔ پھر تختہ کے

اسی کنارے پر سے جس پر پہلے نشان کیا گیا تھا خط کھینچکر تختہ کا نیا مقام بتاؤ۔

نقشہ کشی کے تختہ پر "ماسکہ پر لانے کے تختہ" کے یہ دو مقام بتانے کے لئے جو خط کھینچے گئے ان کا درمیانی زاویہ اقل انحراف کا زاویہ ہے۔

(نوٹ منجانب مترجم۔ اگر اندھیرے کمرے میں سوڈیم کی روشنی سے کام لیا جائے (یعنی بُنسن کے غیر منوّر شعلہ میں اسبسطوس کے ریشے معمولی نمک کے محلول میں بھگو کر رکھے جائیں) تو چہری کی شبیہ طیف کی شکل میں نہ بنیگی۔ بلکہ ایک باریک زرد رنگ کا خط دکھائی دیگا۔ اس سے ماسکہ پر لانے کے تختہ کے مقام زیادہ صحت اور سہولت کے ساتھ دریافت ہو سکینگے اور نتیجہ زیادہ صحیح نکل آئیگا)

آلات کی ترتیب، مشاہدات اور پیمائشوں کو دوہرا لو اور نتیجے اس طرح اپنی مشقی بیاض میں لکھو:—

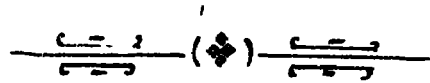
منشور نشان ( )

منشور کا زاویہ انعطافی (نٓ)	۵۹٫۵ درجہ	۶۰ درجہ
اقل انحراف کا زاویہ (ح)	۴۸٫ درجہ	۴۸ درجہ
مجموعہ (ح + ن)	۱۰۷٫۵ "	۱۰۸ "
ن/۲ = ۲۹٫۷۵ درجہ اور ۳۰ درجہ، جب (ن/۲) =	٫۴۹۴	٫۵۰۰
(ح+ن)/۲ = ۵۳٫۷۵ درجہ اور ۵۴ درجہ، جب (ح+ن)/۲ =	٫۸۰۶	٫۸۰۹

م = جب ((ح+ن)/۲) / جب (ن/۲) = ٫۸۰۶/٫۴۹۴ = ۱٫۶۳ اور = ٫۸۰۹/٫۵۰۰ = ۱٫۶۲

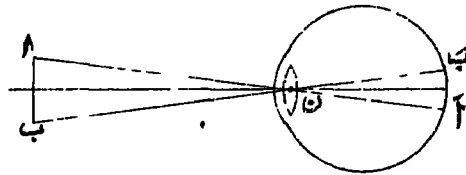
م کی اوسط قیمت = ۱٫۶۲

(نوٹ: کتاب کے اخیر میں جیبوں کی جدول ہے، دیکھ لی جائے)

اگر ایک طیف پیما مل سکتا ہو، جس میں ایک دور بین ایک درجہ دار دائری پیمانہ پر گھومتی ہے۔ اور منشور کے لئے ایک میز ہوتی ہے۔ جس کا چکر لگانا بھی ناپا جاسکتا ہے، تو طالب علم کو چاہئے اُس کی مدد سے مشاہدات مصرحہ بالا کو دوہرا لے۔ چونکہ اس آلہ کے ذریعہ زیادہ باریکی کے ساتھ پیمائش ممکن ہے اس لئے منشور کا انعطافی زاویہ اور زاویہ اقل انحراف زیادہ صحت کے ساتھ دریافت ہوسکینگے اور نتیجہ پہلے سے بڑھ کر صحیح برآمد ہوگا۔

فصل بست و نہم

خالی آنکھ کی، اور مکبّر شیشہ کی مدد سے بینائی

خالی آنکھ سے جب کوئی شئے، یا عدسہ میں بنی ہوئی کوئی شبیہ، دیکھتے ہیں تو اس کے ظاہری قد کی پیمائش، یا اس کے خطی ابعاد کو آنکھ سے اس کے فاصلہ کے ساتھ جو نسبتیں ہیں، معلوم کرنے سے ہو سکتی ہے۔

اس لئے کہ اگر شکل ۶۲ میں ا ب ایک شئے ہے۔ اَبَ اس کی شبیہ جو شبکہ پر بنتی ہے اور (ن) آنکھ میں ایک ایسا نقطہ ہے کہ ایک شعاع ا ن جو (ن) کی سمت

(شکل ۶۲)

میں جارہی ہے، اس کا راستہ بدلنے نہ پائیگا اور وہ اُسی خط میں ن۲َ کی راہ سے گزرے گی۔ تو چونکہ مثلث ن۲اب اور مثلث ن۲َاَبَ متشابہ ہیں اس لئے

$$\frac{\text{اَبَ}}{\text{ن۲َ}} = \frac{\text{۲ب}}{\text{ن۲}} \quad \text{یا} \quad \text{اَبَ} = \frac{\text{۲ب}}{\text{ن۲}}\,\text{ن۲َ}$$

ن۲َ کا طول ایک ہی ہوگا شئے ۲ب کا قد اور اس کا فاصلہ خواہ کچھ بھی ہو۔ پس شبکہ پر جو شبیہ بنتی ہے اُس کا طول اَبَ، تناسب $\frac{\text{۲ب}}{\text{ن۲}}$ کی قیمت کے لحاظ سے راست بدلیگا اس نسبت یا کسر کو ہم خط یا شئے ۲ب کا ظاہری طول کہہ سکتے ہیں۔

اس موقع پر ہم نے فرض کرلیا تھا کہ آنکھ میں (ن) کی خاصیت کا ایک نقطہ موجود ہے۔ یہ ثابت ہوسکتا ہے کہ فی الحقیقت یہ مفروض صحیح ہے۔ ایسا ایک نقطہ آنکھ کے بلوری عدسہ کے اندر اُس کی موخر سطح کے قریب واقع ہے۔ اور اس کی مدد سے کسی منوّر نقطہ (۲) کی شبیہ کا پتہ صرف ایک خط مستقیم ۲ن کھینچکر اُس کو شبکہ تک آگے بڑہا دینے سے ملجاتا ہے۔

جب ہم "آنکھ سے کسی شئے کا فاصلہ" بیان کرتے ہیں، اس سے فی الحقیقت مراد شئے اور نقطہ (ن) کا درمیانی فاصلہ ہے۔ لیکن اگر یہ فاصلہ قرینہ کی مقدم سطح سے ناپا جائے تو کوئی قابل لحاظ خطا نہوگی۔

نزدیک اور دور کی چیزیں صاف طور پر دکھائی دینے کے لئے فاصلہ کی مناسبت کے ساتھ آنکھ کو ماسکہ پر لانے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر یہ فاصلہ ایک معیّن حد سے بڑھ جائے یا ایک دوسرے معیّن حد سے گھٹ جائے تو شئے کے صاف دکھائی دینے کیلئے آنکھ کافی طور پہ ماسکہ پر نہیں لائی جا سکتی۔ بالفاظ دیگر صاف بینی کے لئے فاصلہ کے حدود معیّن ہیں۔

آنکھ سے قریب ترین وہ مقام جس پر کسی شئے کو صاف طور پر دیکھنے کے لئے آنکھ ماسکہ پر لائی جا سکتی ہے۔ 'نقطہ قریب' کہلائیگا۔ اسی طرح آنکھ سے بعید ترین مقام جس پر شئے صاف طور پر دکھائی دے 'نقطہ بعید' کہلائیگا۔

صحیح آنکھ یا نظر کا نقطہ بعید لاتناہی پر واقع ہوتا ہے اور نقطہ قریب آنکھ سے ۲۵ سم فاصلہ پر۔ جو آنکھ بہت دور کی چیزوں کے دیکھنے کے لئے ماسکہ پر نہیں لائی جاسکتی کوتاہ نظر کہلائیگی۔ اور صاف بینی کا بعید ترین نقطہ آنکھ سے جسقدر کم فاصلہ پر ہوگا اسی قدر درجہ کوتا نظری، بڑا ہوگا۔ ایسی آنکھوں کا نقطہ قریب عموماً ۱۵ سم سے کم فاصلہ پر ہوتا ہے۔ جن آنکھوں کا نقطہ قریب ۳۰ سم سے زیادہ فاصلہ پر ہوتا ہے وہ دراز نظر کہلائینگی۔ ایسی آنکھ والے ارام کے ساتھ پڑھنے یا لکھنے کے لئے عینک کے محتاج ہوتے ہیں۔ دراز نظر آنکھ اکثر مستدق شعاعوں کو ماسکہ پر لاسکتی ہے۔

آنکھ میں ایک عام نقص یہ بھی ہوتا ہے کہ اس کی انعطافی سطحوں میں سے ایک سطح صحیح کروی نہیں ہوتی بلکہ بعض سمتوں

میں انحنا بہ نسبت اور سمتوں کے زیادہ ہوتا ہے۔ ایسی آنکھ کو ہم مبہم ماسکی کہینگے۔ جس آنکھ میں یہ نقص بالکل صریح ہوتا ہے اُس کو تمام منور نقطے ایک خط میں کھینچے ہوئے نظر آتے رہیں۔ اس کی پہچان کے لئے ایک نقطہ سے متعدد خطوط مستقیم مختلف سمتوں میں کھینچکر ہر ایک خط کی صاف بینی کا اقل فاصلہ دریافت کیا جاتا ہے۔ اگر کوئی آنکھ مبہم ماسکی ہے تو اُس کے لئے یہ فاصلے مساوی نہ ہونگے۔

کسی شئے کا ظاہری قد آنکھ سے اس کا جو فاصلہ ہوگا اس پر موقوف ہوگا۔ اس لئے کسی چھوٹی شئے کو بہترین موقع اور حالت میں دیکھنا مقصود ہو تو اس کو آنکھ سے جسقدر قریب رکھنا ممکن ہو۔ یعنے صاف نظری کے اقل فاصلہ پر رکھنا چاہئے۔

اگر ف ق آنکھ کو ماسکہ پر لانے کا اقل فاصلہ ہے۔ اور (۲) کسی شئے کا خطی قد ہے۔ ش/ف ق اس شئے کا سب سے بڑا ظاہری قد ہوگا جبکہ وہ شئے خالی آنکھ سے صاف نظر آئیگی

اب یہ دریافت ہوسکتا ہے کہ کسی چھوٹی شئے کو ایک محدب عدسہ میں سے جو آنکھ سے متصل ہو، دیکھنے میں کیا فائدہ ہوتا ہے۔

اگر کوئی چھوٹی شئے اب ایک محدب عدسہ ع ط اور اُس کے ماسکہ (م) کے درمیان واقع ہو (دیکھو شکل ۶۳) شعاعیں ب ک اور ب ع عدسہ میں سے گزرنے کے بعد ب ل اور ب ع کی سمت میں نکلیں گی اور نقطہ

(ب) کے مجازی شبیہ (بَ) سے آتی ہو نظر آئینگی۔

شکل ۶۳

پس اَبَ مجازی شبیہ ہوگی اب کی اور $\frac{اَبَ}{ن اَ} = \frac{اب}{ن ا}$

[فصل بست و چہارم]۔

اگر آنکھ عدسہ کے قریب ہے تو $\overline{ن اَ}$ آنکھ سے شبیہ کا فاصلہ سمجھا جا سکتا ہے۔ پس شبیہ کا ظاہری قد $\frac{اَبَ}{ن اَ}$ کے برابر ہوگا۔ لیکن اگر آنکھ اُس مقام پر ہو اور عدسہ اٹھا لیا جائے تو شئے کا ظاہری قد بھی اُسی کے برابر ہوگا۔ اس لئے عدسہ کے استعمال سے یہ فائدہ ہوتا ہے کہ ہم شئے کو آنکھ کے زیادہ نزدیک لیجا سکتے ہیں۔ اگر عدسہ نہ ہو تو اِس فاصلہ پر شئے دھندلی نظر آتی۔ عدسہ کی وجہ سے شئے آنکھ کے بہت نزدیک بھی لائی جا سکتی ہے اور صاف بھی نظر آتی ہے۔

عدسہ کی تکبیر سے مراد وہ نسبت ہے جو کسی شئے کے ظاہری قد کو جبکہ وہ عدسہ میں سے دیکھا جاتا ہے

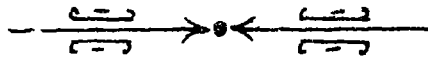
اُس کے ظاہری قد کے ساتھ ہوتا ہے جبکہ وہ بہترین
موقعہ اور محل پر خالی آنکھ سے دیکھا جاتا ہے یعنے جبکہ
وہ صاف نظری کے اقل فاصلہ پر ہوتا ہے ۔ پس

تکبیر (ک) = اب/نا ÷ اب/فق = فق/نا = فق (۱/نم + ۱/نا)

فصل بست و چہارم کی شکل ۵۰ سے متعلق ضابطہ سے ۔
اگرچہ فاصلہ نا کو بحد امکان گھٹانے سے یعنے فق
کے برابر بنانے سے سب سے بڑی تکبیر حاصل ہوتی ہے
اور ایسی صورت میں (ک)، فق/فم + ۱ کے مساوی ہوجاتا
ہے ۔ جہاں فم سے مراد عدسہ کی ماسکی فصل ہے ۔
اور اگر فق کی قیمت طبعی یعنے ۲۵ سم ہو تو (ک)
کو عدسہ کی طاقت تکبیر کہینگے ۔ تاہم جب آلاتِ مناظر کا
استعمال دیر تک ہوتا ہے تو بہتر طریقہ یہ ہے کہ مجازی
شبیہ کا فاصلہ آنکھ سے جسقدر ممکن ہو بعید رکھا جائے
اس لئے کہ ایسی صورت میں آنکھ کے عضلات حالتِ
سکون میں ہوتے ہیں ۔ اور آنکھ کو تکان کم ہوتا ہے ۔
اگر آنکھ طبعی یعنے سقم سے پاک ہو تو وہ متوازی
شعاعوں کو ماسکہ پر لاسکتی ہے ۔ اس لئے ہم شئے اب
کو ماسکہ پر کھڑا کرسکتے ہیں تب نا عدسہ کی فصل ماسکی
نم کے برابر ہو جائیگا ۔ اور ک = فق/فم ۔
چونکہ ایک ہی آنکھ کے لئے فق کی قیمت ایک ہی

ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں مختلف عدسوں سے جو تکبیر حاصل ہوگی اس کو عدسہ کی ماسکی فصل کے لحاظ سے بالعکس نسبت ہوگی۔ اسی لئے کسر $\frac{1}{ف_م}$ عدسہ کی طاقت کہلاتا ہے۔ جب عدسہ میں سے شبیہ اس طور پر دیکھی جاتی ہے کہ آنکھ کو اقل تکان ہو اور ایسی صورت میں $ک = \frac{ف_ق}{ف_م}$ اس لئے واضح ہے کہ جب تک عدسہ کی ماسکی فصل $ف_م$ صاف نظری کے اقل فاصلہ سے کم نہ ہو عدسہ کا استعمال بے سود ہے۔ کیونکہ جب $ف_ق$ سے $ف_م$ بڑا ہوتا ہے تو (ک) کی قیمت ایک سے کم ہوتی ہے اور شبیہ کا ظاہری قد جبکہ وہ عدسہ میں سے دیکھی جاتی ہے، چھوٹا ہوتا ہے بہ نسبت شئے کے ظاہری قد کے جبکہ اس کو خالی آنکھ سے دیکھتے ہیں۔

بطور مثال کے اگر کسی آنکھ کا صاف نظری کا اقل فاصلہ ۲۱ سم ہو، اور بالفرض سہ چند تکبیر مقصود ہو، تو اس کے لئے ۷ سم فصل ماسکی والے عدسہ کی ضرورت ہوگی۔

فصل سیّم

آنکھ کے نقطہ قریب اور نقطہ بعید کی تعیین۔ اور ایک عدسہ، ایک خردبین، اور ایک دُوربین کی تکبیر کی تعین

ضروری آلات

لکڑی کے دو پتلے مساوی لمبے تختے جو ایک پر ایک رکھ کر ایک سرے کے پاس پیچ سے جوڑ دیئے گئے ہوں، اس طرح پر کہ اُن کے دوسرے سرے آسانی سے (دائرے میں) حرکت کرسکیں۔ ان تختوں پر دو عدسے، جن کی ماسکی فصلیں کوئی ۱۶ سم اور ۸ سم ہوں، ٹیکنوں پر چڑہاکر رکھے جاسکتے ہیں۔ اسی طرح دو اور عدسوں کو ایک ہی ٹیکن پر چڑہاکر ۲ اور ۴ سم کے مابین ماسکی فصل کا مجموعہ ترتیب دیا جا سکتا ہے۔ دو چھوٹے پردے مربعدار کاغذ کے۔ اور ایک بڑا اور دو چھوٹے آئینے جو عمودی مستوی میں اپنے قاعدوں سے ۴۵ درجہ زاویہ پر، کھڑے ہوں۔

مشق (۱)

صاف نظری کے نقطہ قریب اور نقطہ بعید کی تعیین۔

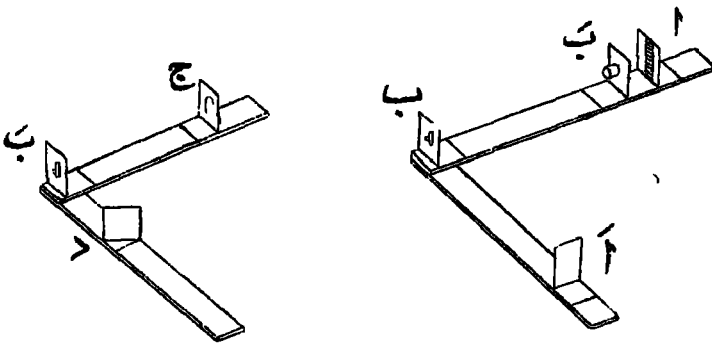
درجہ دار پردوں میں سے ایک پردہ (۲) دیئے ہوئے تختہ کے دُور کے سرے کے قریب رکھو، اور نزدیک کے سرے پر ۷ سم فصل ماسکی والا اکہیرا عدسہ پردہ (ب) میں لگا کر (جس میں ایک چھوٹا منظرہ بنایا گیا ہے) رکھو، جیسے شکل ۶۴ ۲ الف میں (ب) اٹھا لینے کے بعد۔ عدسہ کی ماسکی فصل دریافت کرنے کے لئے پردہ (۲) کو ترتیب دے کر اُس پر کسی دُور کی شئے کی واضح شبیہ اتارو۔ پردہ (۲) کا فاصلہ عدسہ کے مرکز سے ناپو۔ پھر اُس پردہ کو عدسہ سے دُور ہٹا لو۔

آنکھ کو عدسہ سے لگادو، اور پردہ کو آہستہ آہستہ عدسہ کے نزدیک لیجاؤ یہاں تک کہ مربعدار کاغذ کا چھوٹا وسطی مربع صاف نظر آنے لگے۔

ذرا سی مشق، اور پردہ کو آہستہ آہستہ نزدیک لانے سے، نہایت باریکی کے ساتھ اُس محل کی تعیین ہوسکیگی جس پر آنکھ چھوٹے مربع کو وضاحت کے ساتھ پہلے پہل دیکھ سکتی ہے۔ تب پردہ کا فاصلہ (ف ب) عدسہ سے ناپو۔

آنکھ کو دوبارہ عدسہ سے لگادو اور پردہ کو عدسہ کے اور نزدیک ہٹاتے جاؤ حتیٰ کہ وسطی مربع کا صاف اور واضح نظر آنا موقوف ہوجائے۔ پھر پردہ اور عدسہ کا درمیانی فاصلہ (ف ق) ناپ لو۔

شکل ۴۶ الف

شکل ۴۶ ب

دونوں آنکھوں کے لئے تین تین مشاہدے کرکے (ف پ) اور (ف ق) کو ناپو۔

اس پر بھی غور کرو کہ آیا پردہ کو صاف بینی کے حدود سے زیادہ دُور یا زیادہ نزدیک ہٹانے سے اُفقی خطوط حسب سابق صاف، مگر عمودی خطوط دُھندلے دکھائی دینے لگتے ہیں یا اس کا برعکس وقوع میں آتا ہے۔ اگر ایسی کوئی بات دیکھنے میں آئے تو اُس کو لکھ لو اور اپنی

آنکھوں کی مبہم ماسکیت کے متعلق اپنی رائے ظاہر کرو۔
مشاہدات اور ناپ قابل اعتماد اس وقت سمجھے جاسکینگے جبکہ پردہ بخوبی روشن ہوگا۔ اِس بات کے لئے طالب علم کو چاہئے اپنی پیٹھ کسی دریچہ یا گیس کے شعلہ کی طرف ٹیڑھی کرکے کھڑا ہو تاکہ اُس کے سر کا سایہ پردہ پر گرنے نہ پائے۔ نتائج یوں لکھے جائیں:—

مشاہدہ سے عدسہ کی ماسکی فصل (ف م) ۱٫۷ سم دریافت ہوئی۔

∴ پس عدسہ کی طاقت = $\frac{۱}{ف_م}$ = ۱۴۱٫

آنکھ	ف ب سم	ف ق سم	۱/ف پ	۱/ف ق	۱/ف ب	۱/ف ق	طاقت تطبیق	ف ب سم	ف ق سم
سیدہی	۷٫۰	۵٫۱							
	۶٫۹	۵٫۱							
	۷٫۰	۵٫۰							
اوسط	۷٫۰	۵٫۱	٫۱۴۳	٫۱۹۷	٫۰۰۲	٫۰۵۶	٫۰۵۴	۵۰۰٫۰	۱۷٫۸
بائیں	۶٫۳	۴٫۷							
	۶٫۱	۴٫۸							
	۶٫۲	۴٫۹							
اوسط	۶٫۲	۴٫۸	٫۱۶۱	٫۲۰۸	٫۰۲۰	٫۰۶۷	٫۰۴۷	۵۰٫۰	۱۴٫۹

صاف نظری کے قریب و بعید ترین نقطوں کے فاصلے ($\text{ف}_{\text{ق}}$ اور $\text{ف}_{\text{ب}}$) حسابی عمل سے اس طرح دریافت ہوسکتے ہیں -

عدسہ سے جب پردہ $\text{ف}_{\text{ب}'}$ فاصلہ پر ہوتا ہے تو اس سے عدسہ پر جو شعاعیں واقع ہوتی ہیں اُن کا اتّساع $\frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}'}}$ ہے۔ جو شعاعیں صاف نظری کے بعید ترین نقطہ پر کی شبیہ سے آنکھ میں داخل ہوتی ہیں، اُن کا اتّساع $\frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}}}$ ہے۔ اتّساع میں یہ کمی $\text{ف}_{\text{م}}$ فصل ماسکی والے (یعنے $\frac{1}{\text{ف}_{\text{م}}}$ طاقت والے) عدسے سے پیدا ہوئی۔ پس

$$\frac{1}{\text{ف}_{\text{م}}} = \frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}'}} - \frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}}} \quad \text{یا} \quad \frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}}} = \frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}'}} - \frac{1}{\text{ف}_{\text{م}}}$$

$\text{ف}_{\text{ق}}$ بھی اسی طرح دریافت ہوتا ہے۔

اگر آنکھ کے نقطہ (ن) اور شبکہ کے مابین فاصلہ (ل) ہو (دیکھو شکل ۶۲)، باعتبار ماسکہ پر لانے والے آلہ کے آنکھ کی طاقت، اگر وہ صاف نظری کے بعید ترین نقطہ کو دیکھتی ہو تو $\frac{1}{\text{ف}_{\text{ق}}} + \frac{1}{\text{ل}}$ ہوگی اور اگر قریب ترین نقطہ کو دیکھے تو $\frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}}} + \frac{1}{\text{ل}}$ ہوگی۔ ان دونوں طاقتوں کے تفاوت یعنے $\frac{1}{\text{ف}_{\text{ق}}} - \frac{1}{\text{ف}_{\text{ب}}}$ سے آنکھ کے اپنی ماسکی فصل بدلنے کی طاقت کا پتہ چلتا ہے،

بالفاظ دیگر وہ آنکھ کی طاقتِ توفیق ہے جو اوپر دی ہوئی جدول کے آٹھویں خانہ میں درج ہے۔

مشق (۲)

کسی عدسہ یا بسیط خردبین کی تکبیر ناپنا۔

اوپر والے تختہ پر، اُس سرے سے، جو نیچے والے تختہ کے ساتھ پیچ کے ذریعہ جوڑا گیا ہے، چند سنتی میتر فاصلہ پر ایک درجہ دار پردہ (۲) کھڑا کرو۔ اور عدسہ، اور پردہ (ب) جس میں منظرہ اور ۴۵ درجہ پر مائل آئینہ لگایا گیا ہے، اوپر کے تختہ پر جوڑ والے سرے کے پاس کھڑا کرو، اس طور پر کہ آئینہ جوڑ کے مقام پر رہے۔ تختوں کو کھول دو کہ ایک دوسرے کے ساتھ تقریباً زاویہ قائمہ بنائیں۔ پھر ان کو اس طرح پکڑو کہ اوپر والا تختہ آگے کی طرف بڑھے، اور نیچے والا سیدھے جانب۔ اور ایک دوسرا درجہ دار پردہ (۲') نیچے والے تختہ پر، مائل آئینہ کے کنارے سے، سیدھی آنکھ کے لئے صاف بینی کا جو اقل فاصلہ مشاہدہ ہوا ہے، اُس فاصلہ پر کھڑا کرو (جیسا کہ شکل ۴۶ الف میں ب کو خارج کرکے)۔ عدسہ کے پردہ (ب) پر جو چھوٹا آئینہ ہے اُسکی سطح دونوں تختوں کی سطح پر عمود وار ہونی چاہئیے، اور اُس کا کنارہ پردہ میں جو منظرہ بنایا گیا ہے، اُس کے

مرکز کے محاذی۔ سیدھی آنکھ کو آئینہ کے کنارے سے لگادو، اور منظرہ میں سے درجہ دار پردہ (۲) کو دیکھو، جو پردہ (ب ۱) کے پیچھے استادہ ہے۔ آہستہ آہستہ پردہ (۲) کو اُس پر کے درجے دُھندلے نظر آئے بغیر عدسہ کے جسقدر نزدیک لیجانا ممکن ہو لیجاؤ۔ اب آنکھ کو بازو کی طرف تقریباً ایک ملی میٹر فاصلہ ہٹاؤ۔ دیکھو کہ جیسے ہی آنکھ ہٹتی ہے، عدسہ میں اُس کے پیچھے کے پردہ کی جو شبیہ کلاں نظر آتی تھی، اب غائب ہوگئی ہے۔ اُس کے عوض دُوسرے تختہ پر جو پردہ (۲') رکھا گیا ہے دکھائی دیتا ہے۔ آنکھ ایسی جگہ رکھو کہ دونوں پردے ایک ہی وقت میں دکھائی دیں، ایک پردہ آئینہ کے انعکاس سے، اور دُوسرا عدسہ میں انعطاف سے، اگر ضرورت ہو تو تختوں کا زاویہ میلان بدلدیا جائے۔ یہ معلوم کرنے کے لئے کہ آیا ایک شبیہ دُوسرے پر حرکت کرتی ہے یا نہیں، آنکھ کو اِس مقام سے ذرا اوپر نیچے ہٹاکر دیکھو۔ اگر حرکت کرتی ہے تو سمجھ لینا چاہئے کہ کچھ اختلافِ منظر ہے۔ اس کے دفعیہ کے لئے پردہ (۲) کو خفیف سا آگے پیچھے ہٹاؤ۔ جب اختلاف منظر بالکل جاتا رہے، دیکھو پردہ (۲') کے کتنے درجے (جو انعکاس سے دکھائی دیتے ہیں) پردہ (۲) کے ایک درجہ کے (جو عدسہ میں انعطاف سے کلان نظر آتا ہے) مساوی نظر آتے ہیں۔ یہی تجربہ تین بار کرو اور مشاہدات کا اوسط نکالو۔ آئینہ کے

کنارے سے پردہ (۲) کا فاصلہ ناپو۔ پھر اس پردہ (۲') کو آئینہ سے اور تین چار سنتی میتر آگے ہٹاؤ، اور مکرر پردہ (۲) کو منظرہ میں سے دیکھ کر، ماسکہ پر لاؤ۔ اور مشاہدات دوہراؤ۔ پردہ (۲') کا فاصلہ آئینہ کے کنارے سے دوبارہ ناپو۔ اسکے بعد (۲') کو تختہ کے بالکل کنارے پر لیجاؤ، پردہ (۲) کو ماسکہ پر لاؤ، اور سارے مشاہدات دوہراؤ۔ اگر ممکن ہو تو ایک مشاہدہ کے وقت پردہ (۲') کو آئینہ کے کنارے سے ۲۵ سم فاصلہ پر رکھو۔ نتیجہ اس طرح لکھا جا سکتا ہے:-

آئینہ میں پردہ ۲' جو انعکاس سے دکھائی دیتا ہے اُس کا فاصلہ آئینہ کے کنارے سے	تکبیر (ک)	فاصلہ / ک - ۱
۱۹٫۵ سم	۳٫۸	۷٫۰
۲۵ "	۴٫۶	۷٫۰
۲۹ "	۵٫۲	۷٫۰

عدسوں کا مجموعہ یا چشمہ 'ب' اور ۴۵ درجہ میلان کا آئینہ والا پردہ لیکر اِن مشاہدات کو دوہراو۔

مشق (۳۰)

کسی مرکّب خرد بین کی تکبیر ناپنا۔

پیشتر سے زیادہ تکبیر کے لئے، ایک درجہ دار پردہ

(۲)، مشق (۲) والی ٹیکن اور عدسہ (بَ)، اور اکہیرا عدسہ ب جس کی ٹیکن سے ۴۵ درجہ پر مائل ایک آئینہ لگا ہوا ہے، ان سب کو ایک کے سامنے ایک، مثل شکل ۶۴ الف کے ترتیب دے کر، ایک مرکّب خردبین بناؤ۔

دُور والے عدسہ کے پیچھے پردہ (۲) کے فاصلہ کو گھٹا بڑھا کر دیکھو کہ اُس کی ایک واضح شبیہ، عدسہ کی ٹیکن (ب) کے منظرہ میں نظر آتی ہے۔ آنکھ کے قریب کا عدسہ خردُ بین کا چشمہ کہلائیگا، اور پردہ (۲) کے پاس کا عدسہ، دُہانہ' کہلائیگا۔ درجہ دار پردہ (۲) کو نیچے کے تختہ پر، ۴۵ درجہ میل والے آئینہ کے کنارے سے ۲۵ سم فاصلہ پر، کھڑا کرو۔ اور جس طرح پیشتر کی مشق میں اکہیرے عدسہ کی تکبیر کی تعیین کی گئی تھی اُسی طور پر اس مرکّب عدسہ کی تکبیر کی تعیین کرو۔ پردے (ب) اور (بَ) جن پر عدسے لگے ہوئے ہیں اُن کا درمیانی فاصلہ ناپو۔ پھر اِس فاصلہ میں ۴ یا ۵ سنتی میتر اضافہ کرکے دوبارہ تکبیر کی تعیین کرو۔ مشاہدے یوں لکھے جاسکتے ہیں:۔

ب اور بَ پردوں کا درمیانی فاصلہ	تکبیر
۱۶ سم	۱۲٫۰
۲۰ "	۱۴٫۰

مشق (۴)

کسی دُور بین کی تکبیر ناپنا۔

دُور بین بنانے کی غرض سے کشادہ سوراخ والے پردہ (ج) میں عدسہ لگا کر اُس کے سامنے مشق (۲) والا چشمہ (بَ) اوپر والے تختہ پر جماؤ۔ بڑا آئینہ (د) جو ۴۵ درجہ پر مائل ہے نیچے والے تختہ پر مثل شکل ۶۴ ب کے ترتیب دو۔

پردہ ج کو، جس کا عدسہ 'دہانہ' کہلاتا ہے، ہٹا کر ایسی جگہ رکھو کر 'چشمہ' میں سے دیکھنے سے کسی دُور کی شئے کی واضح شبیہ نظر آئے۔ نیچے والے آڑے تختہ پر آئینہ کو ہٹا کر ایسے مقام پر کھڑا کرو کہ اُس میں اور 'چشمہ' سے لگے ہوئے چھوٹے آئینہ میں روشنی کا انعکاس ہو کر اُسی دُور کی شئے کی واضح شبیہ دکھائی دے۔ ایک پیمانہ جس پر ۱۰ سم لمبے درجے بنے ہوں، دس یا بیس میٹر فاصلہ پر کھڑا کرو، اور جس طریقہ پر قبل ازیں اکہیرے عدسہ کی تکبیر کی تعیین ہوئی تھی اسی طریقہ سے اِس پیمانہ کو دیکھ کر دُور بین کی تکبیر کی تعیین کرو۔ عدسے والے پردوں میں جو فاصلہ

سے ناپو اور مشاہدات اس طرح لکھو:-

پیمانہ کا فاصلہ	پردوں کے بیچ میں فاصلہ	تکبیر
۱۰ میٹر	۱۶ سم	۶٫۲
۲۰ میٹر	۱۵ سم	۶٫۰

ہدایت منجانب مترجم

* پتلے عدسوں اور کروی آئینوں کے ضابطوں کو ترسیمی طریقہ سے سمجھانے کی، جہاں تک مترجم کو علم ہے، کسی مصنف نے کوشش نہیں کی۔ مترجم نے چار نقشے تیار کئے ہیں، جن میں یہ ضابطے ترسیمی عمل سے صراحت کے ساتھ سمجھائے گئے ہیں۔ ترسیمی طریقہ کے فوائد ظاہر ہیں۔ اس کی بدولت ایک نظر میں امر زیر بحث کے متعلق سارے اہم واقعات معلوم ہو سکتے ہیں۔ ایسے سوالوں کے جواب کہ خیال مجازی کہاں ہوتا ہے اور حقیقی کہاں۔ سیدھا کب ہوتا اور الٹا کب۔ شخص سے چھوٹا کہاں ہوتا ہے اور بڑا کہاں۔ ان نقشوں پر سرسری نظر ڈالنے سے فوراً معلوم ہو جاتے ہیں۔ شکل (ب ا) کے معائنہ سے غبی سے غبی طالب علم کو گلیلیو کی دور بین کے چشمہ کا عمل فوراً سمجھ میں آجائیگا۔ ان تمام صورتوں میں جبکہ شخص

مستدق شعاعوں کی پینسل سے عدسہ یا آئینہ کے پیچھے بنتا ہے "خیال" کے خواص وغیرہ کے متعلق اکثر طلبہ کو شبہ رہتا ہے۔ اس شبہ کو دور کرنے ہر خاص صورت کے لئے ایک خاص شکل سے مدد لیجاتی ہے۔ لیکن ان نقشوں کے ذریعہ سمجھانے سے یہ تمام دقتیں رفع ہوجاتی ہیں۔ اور علم المناظر کا ہر مبتدی معمولی عدسوں اور کروی آئینوں کے متعلق صحیح اور مکمل معلومات بہت قلیل عرصہ میں آسانی کے ساتھ حاصل کرلیگا۔

ہدایات متعلق شکل (۲ الف)

محدب عدسہ میں ص، ل کا تعلق (ترسیمی طریقہ سے)

نوٹ (۱) عدسہ کی ماسکی فصل کی عددی قیمت ۱۰ سم ہے۔ نقشہ میں مربع کے ضلع سے ۱۰ سم مراد لی گئی ہے۔
مستقیم خط ا ب کے لئے مساوات ل = -۱۰ ہے
" خط ج د " " " ص = +۱۰ ہے
ص اور ل میں تعلق بتانے والی رسم کے دو حصّے ہیں۔ ایک ھ و ز ہے، دوسرا حصہ ح ن ط۔
رسم ھ و ز میں خیال حقیقی اور اُلٹا ہے۔ دیکھو یہاں ل منفی ہے اور ص اور ل کی علامتیں مخالف ہیں۔
رسم ح ن ط میں ح سے ن تک خیال مجازی اور سیدھا ہے۔ دیکھو یہاں ل مثبت ہے اور ص اور ل کی علامت ایک ہی ہے۔ ن سے ط تک خیال حقیقی اور سیدھا ہے۔ یہاں ل منفی ہے اور ص اور ل کی علامت ایک ہی ہے۔
واضح ہے کہ رسم جیسے آگے کو بڑھیگی اُس کا فاصلہ اُس سمت میں خطوط ا ب اور ج د سے آہستہ آہستہ گھٹتا جائیگا۔ لاتناہی پر یہ فاصلہ صفر ہو جائیگا۔

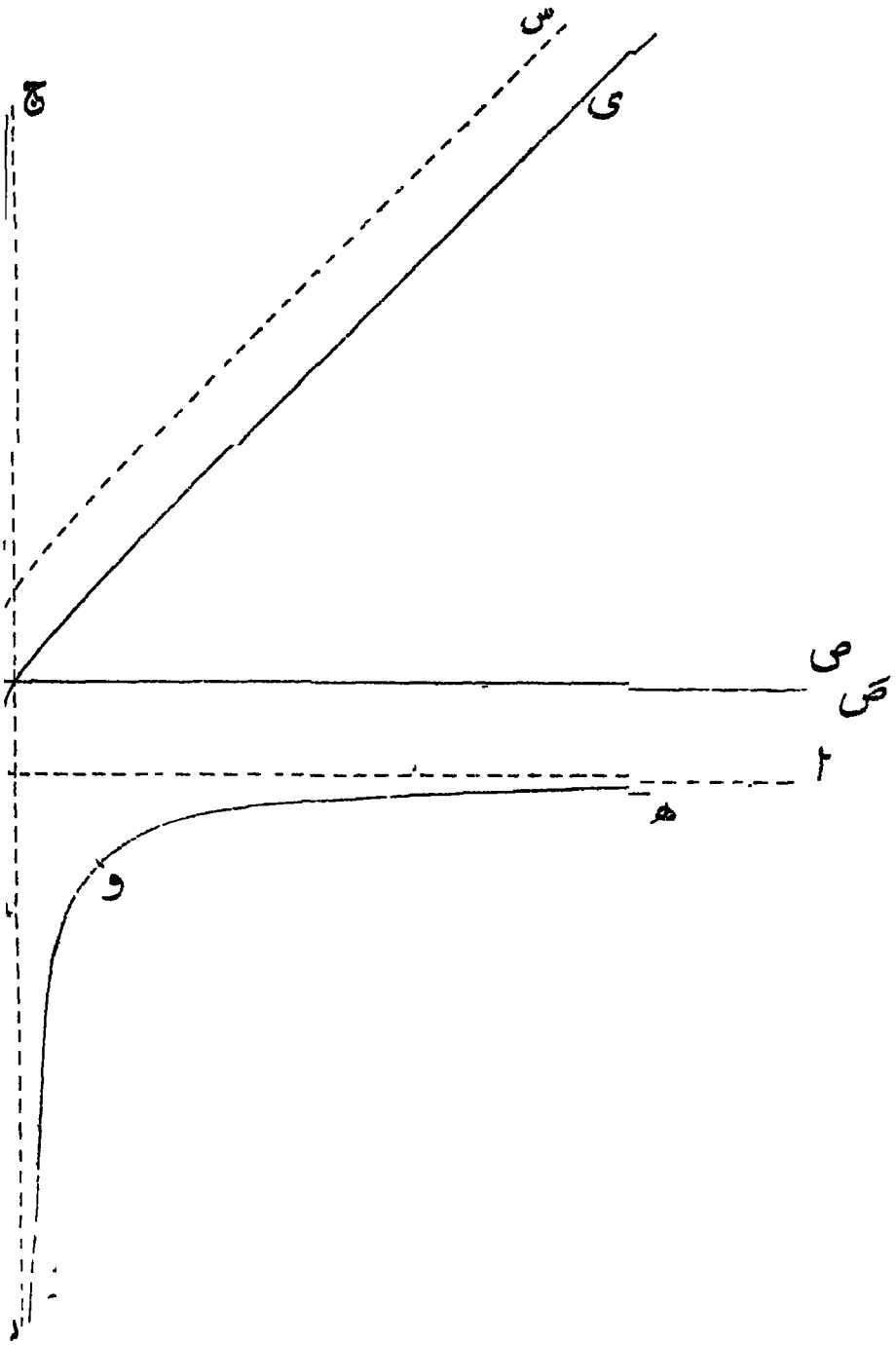
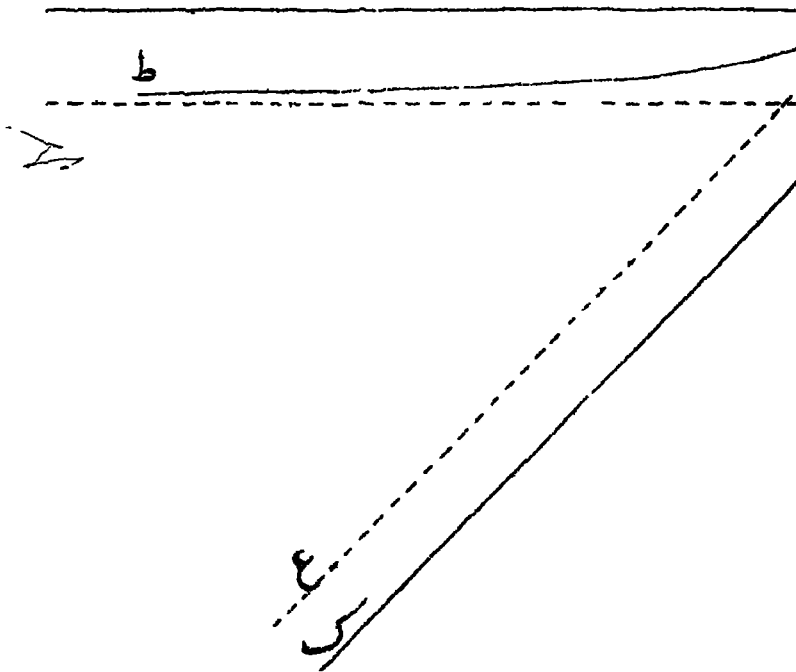
رسم کے نقطہ و پر شخص اور خیال دونوں کا قد ایک ہی ہے۔
اس مقام پر ص = + ۲ ف جہاں ف سے مراد عدسہ کی
ماسکی فصل کی عددی قیمت ہے۔
ص کی قیمت جب تک صفر اور + ۲ ف کے درمیان
ہے خیال قد میں شخص سے بڑا ہوتا ہے۔
نوٹ (۲)۔ مسلسل خط ی ک رسم ہے مساوات
لَ - صَ = فَ کی جہاں لَ سے $\frac{1}{ل}$ ، صَ سے $\frac{1}{ص}$
اور فَ سے $\frac{1}{ف}$ مراد ہے۔
سہولت کی غرض سے حسب ذیل پیمانہ پر یہ رسم
کھینچی گئی ہے:- $\frac{1}{ص}$ رسم یا $\frac{1}{ل}$ رسم کی قیمت اگر ۰۱ ہو تو
اُس کے لئے مربع کا ایک ضلع لیا جاتا ہے۔
دوسرا جو نقطہ دار خط س ع کھینچا گیا ہے مساوات
لَ = صَ کی رسم ہے۔ ان دونوں خطوط کے بیچ میں
معین کا طول مستقل ہے اور اُس سے مجوزہ پیمانہ پر عدسہ
کی طاقت صحیح علامت کیساتھ بتائی جاتی ہے۔

شکل الف　　　　محدب عدسوں میں د

ا کا تعلق (ترسیمی طریقہ سے)

ط

ع

س

ہدایات متعلق شکل (ب)

مقعر عدسہ میں ص، ل کا تعلق (ترسیمی طریقہ)

نوٹ (۱)- عدسہ کی ماسکی فصل کی عددی قیمت ۱۰ سم ہے۔ نقشہ میں مربع کا ضلع ۱۰ سم فاصلہ بتاتا ہے۔
خط مستقیم اب کی مساوات ل = + ۱۰ ہے۔
" " ج د " " ص = - ۱۰ ہے۔
ص اور ل میں تعلق بتانے والی رسم کے دو حصّے ہیں
حصہ ھ و ز میں خیال مجازی اور الٹا ہے۔ دیکھو یہاں ل مثبت ہے اور ص اور ل کی علامتیں مخالف ہیں
حصہ ح ن ط میں ح سے ن تک خیال مجازی اور سیدھا ہے۔ یہاں ل مثبت ہے اور ص اور ل کی علامت ایک ہی ہے۔ ن سے ط تک خیال حقیقی اور سیدھا ہے دیکھو یہاں ل منفی ہے اور ص اور ل کی علامت ایک ہی ہے۔
رسم کے نقطہ و پر شخص اور خیال دونوں کا قد ایک ہے اس مقام پر ص = -۲ ف، جہاں ف سے مراد عدسہ کی ماسکی فصل کی عددی قیمت ہے۔
ص کی قیمت جب تک صفر اور -۲ ف کے درمیان

ہے خیال قد میں شخص سے بڑا ہوتا ہے۔

نوٹ (۲)۔ مسلسل خط ہی ک رسم ہے مساوت $\text{ل} - \text{ص} = \text{ف}$ کی، جہاں ل سے $\frac{1}{\text{ل}}$، ص سے $\frac{1}{\text{ص}}$ اور ف سے $\frac{1}{\text{ف}}$ مراد ہے۔

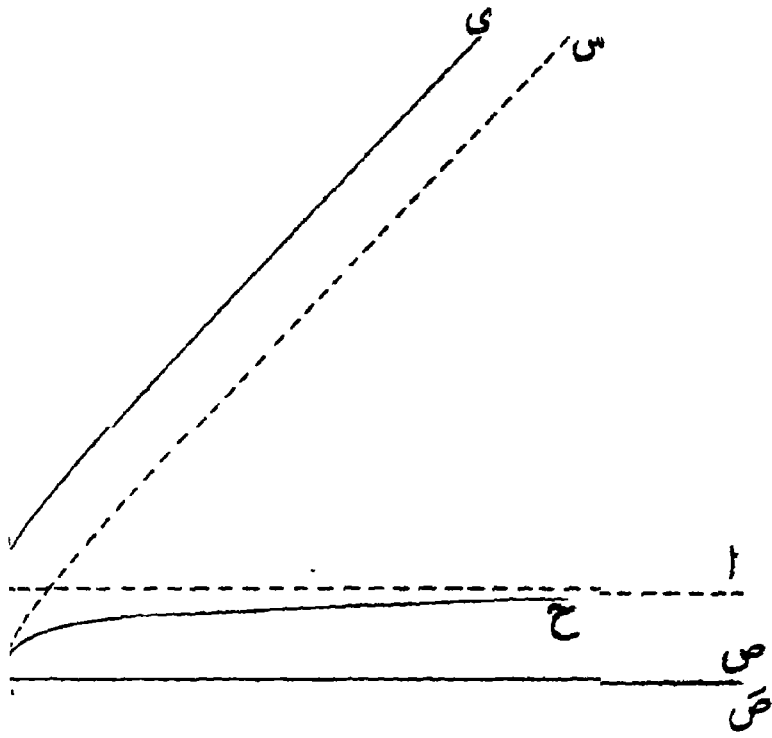
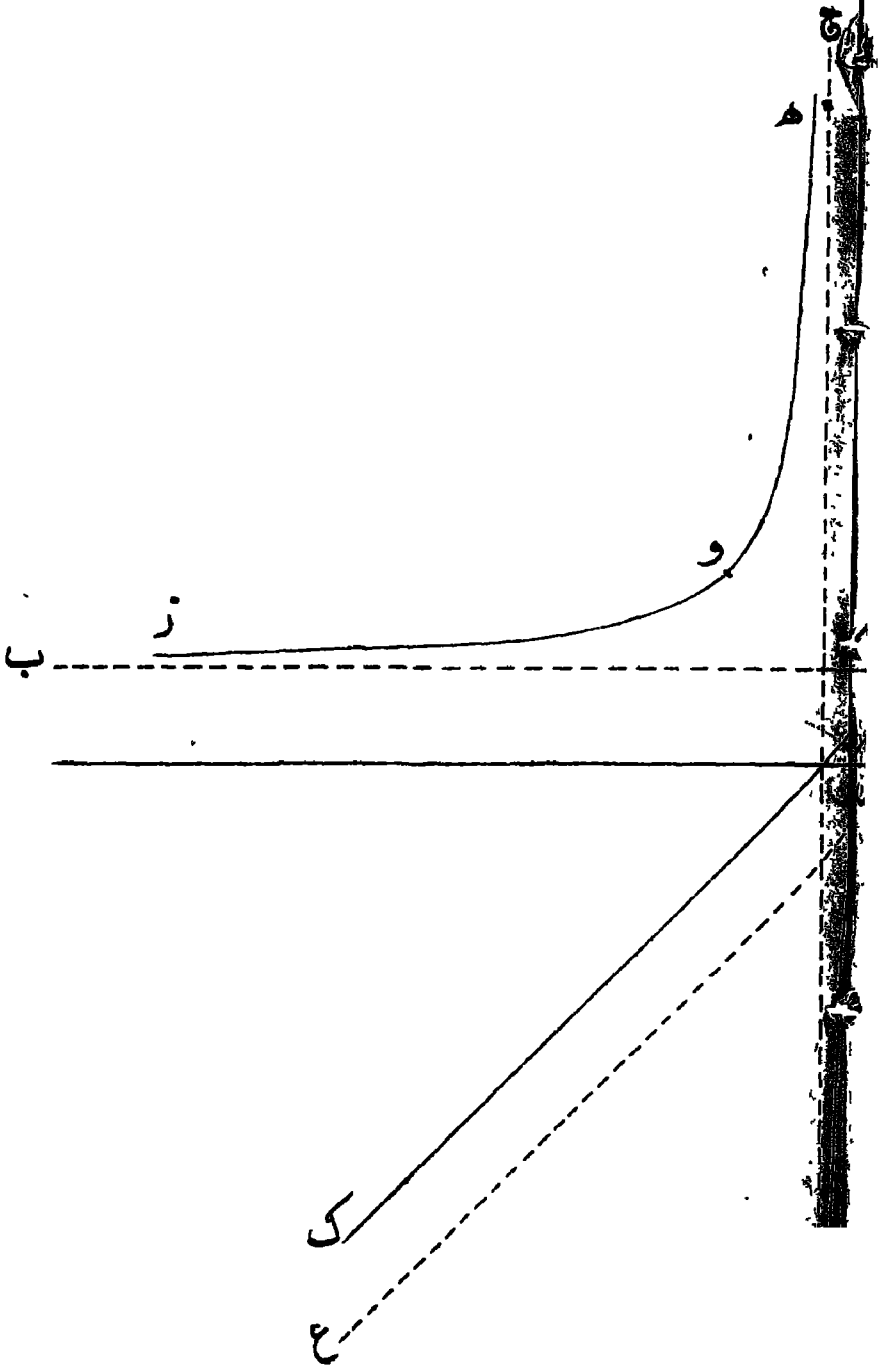
سہولت کی غرض سے حسب ذیل پیمانہ پر یہ رسم کھینچی گئی ہے:—

$\frac{1}{\text{ص سم}}$ یا $\frac{1}{\text{ل سم}}$ کی قیمت اگر ۱۰ ہو تو اُس کے لئے مربع کا ایک ضلع لیا جاتا ہے۔

دوسرا جو نقطہ دار خط ق ع کھینچا گیا ہے، مساوات ل = ص کی رسم ہے۔ ان دونوں خطوط کے درمیان معیّن کا طول مستقل ہے اور اُس سے مجوزہ پیمانہ پر عدسہ کی طاقت صحیح علامت کے ساتھ بتائی جاتی ہے۔

شکل ب   مقعر عدسہ میں

کا تعلق (ترسیمی طریقہ سے)
ج
ھ
و
ز
ب
ک
ع

ہدایات متعلق شکل (ج)

مقعّر کروی آئینہ میں ص، ل کا تعلق (ترسیمی طریقہ سے)

نوٹ (۱) ۔ آئینہ کے نصف قطر کی قیمت ۲۰ سم ہے
پس اُس کی ماسکی فصل کی قیمت ۱۰ سم ہے۔
نقشہ میں مربع کا ضلع ۱۰ سم فاصلہ بتاتا ہے۔
خط مستقیم ۱ب کی مساوات ل = + ۱۰ ہے۔
" " ج د " " " ص = + ۱۰ ہے۔
ص اور ل کا تعلق بتانے والی رسم کے دو حصے ہیں۔
حصہ ھ و ز میں خیال حقیقی اور اُلٹا ہے یہاں ل مثبت
ہے اور ص اور ل کی علامت ایک ہی ہے ۔ حصہ
ح ن ط میں ح سے ن تک خیال مجازی اور سیدھا ہے۔
یہاں ل منفی ہے اور ص اور ل کی علامتیں مخالف
ہیں۔ ن سے ط تک خیال حقیقی اور سیدھا ہے۔ یہاں
ل مثبت ہے اور ص اور ل کی علامتیں مخالف ہیں۔
واضح ہے کہ رسم جیسے آگے کو بڑھیگی اُس کا فاصلہ
اُس سمت میں خطوط ۱ب اور ج د سے آہستہ آہستہ
گھٹتا جائیگا ۔ لا تناہی پر یہ فاصلہ صفر ہو جائیگا۔
رسم کے نقطہ و پر شخص اور خیال دونوں کا قد ایک

ہے۔ اس مقام پر ص = + ۲ ف، جہاں ف سے مراد آئینہ کی ماسکی فصل کی عددی قیمت ہے۔

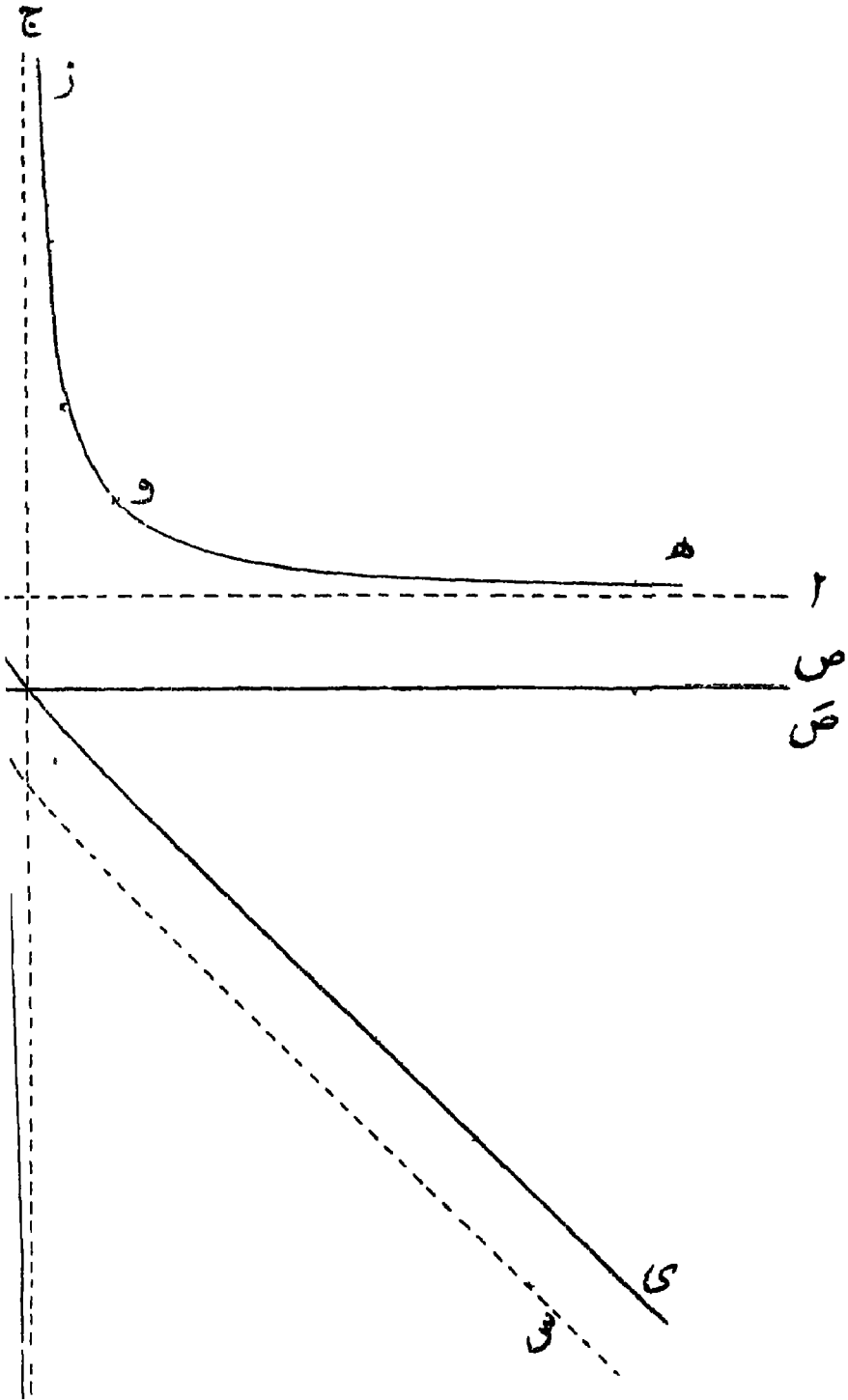
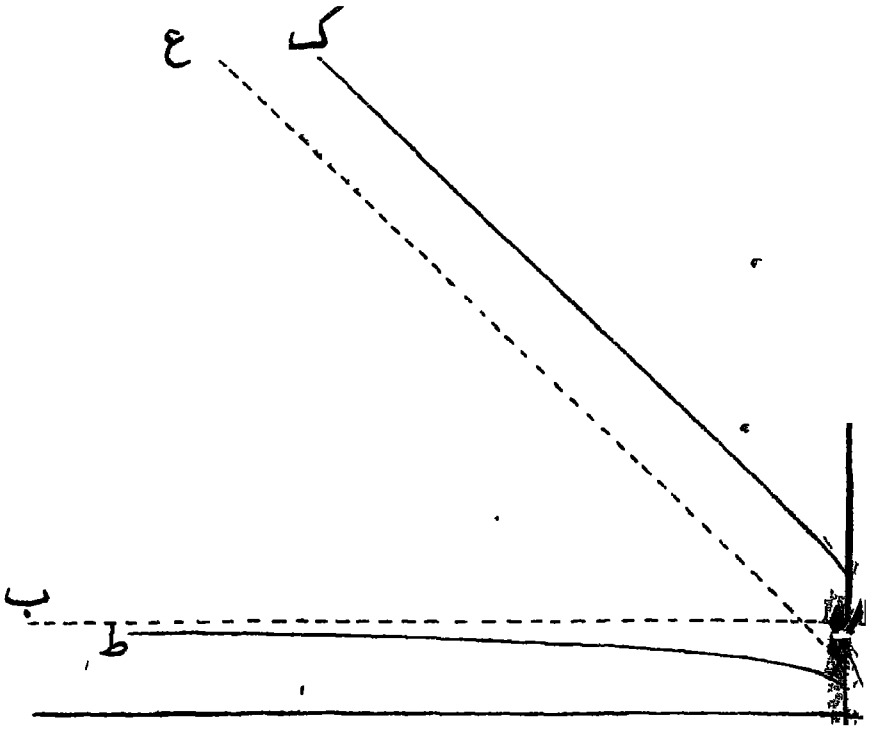
ص کی قیمت جب تک صفر اور ۲ ف کے درمیان ہے خیال قد میں شخص سے بڑا ہوتا ہے۔

نوٹ (۲)۔ مسلسل خط ہی کی رسم ہے مساوات لَ + صَ = فَ کی، جہان لَ سے $\frac{۱}{ل}$، صَ سے $\frac{۱}{ص}$ اور فَ سے $\frac{۱}{ف}$ مراد ہے۔

سہولت کی غرض سے حسب ذیل پیمانہ پر یہ رسم کھینچی گئی ہے:-

$\frac{۱}{ص سم}$ یا $\frac{۱}{ل سم}$ کی قیمت اگر ۱۰ ہو تو اُس کے لئے مربع کا ایک ضلع لیا جاتا ہے۔

دوسرا جو نقطہ دار خط س ع کھینچا گیا ہے، مساوات لَ = -صَ کی رسم ہے۔ ان دونوں خطوط کے درمیان معیّن کا طول مستقل ہے۔ اور اُس سے مجوزہ پیمانہ پر آئینہ کی طاقت صحیح علامت کے ساتھ بتائی جاتی ہے۔

شکل (ج)　　　　مقعر کروی آئینہ میں ص، صَ

ن (ترسیمی طریقہ سے)

ہدایات متعلق شکل (د)

محدب کروی آئینہ میں ص، ل کا تعلق (ترسیمی طریقہ)

نوٹ (۱)۔ آئینہ کے نصف قطر کی قیمت ۲۰ سم ہے
یعنے اُس کی ماسکی فصل کی قیمت ۱۰ سم ہے
نقشہ میں مربع کا ضلع ۱۰ سم بتاتا ہے۔
خط مستقیم ۱ ب کی مساوات ل = - ۱۰ ہے۔
" " ج د " " ص = - ۱۰ ہے
منحنی ھ و ز اور ح ن ط، ص اور ل میں تعلق بتاتے
ہیں۔ ھ و ز میں خیال مجازی اور اُلٹا ہے۔ یہاں ل منفی
ہے۔ اور ص اور ل کی علامت ایک ہے۔ ح ن ط میں ح سے
ن تک خیال مجازی اور سیدھا ہے۔ یہاں ل منفی ہے
اور ص اور ل کی علامتیں مخالف ہیں۔ ن سے ط تک
خیال حقیقی اور سیدھا ہے۔ یہاں ل مثبت ہے اور ص
اور ل کی علامتیں مخالف ہیں۔ رسم کے نقطہ و پر
شئی اور خیال دونوں کا قد ایک ہے اس مقام پر
ص = - ۲ ف، جہاں ف سے مراد آئینہ کی ماسکی
فصل کی عددی قیمت ہے۔
ص کی قیمت جب تک صفر اور ۲ ف کے درمیان

ہے۔ خیال قد میں شخص سے بڑا ہوتا ہے۔

نوٹ (۲)۔ مسلسل خط ی کی رسم ہے مساوات

لَ + صَ = فَ کی جہاں لَ سے $\frac{۱}{ل}$ ، صَ سے

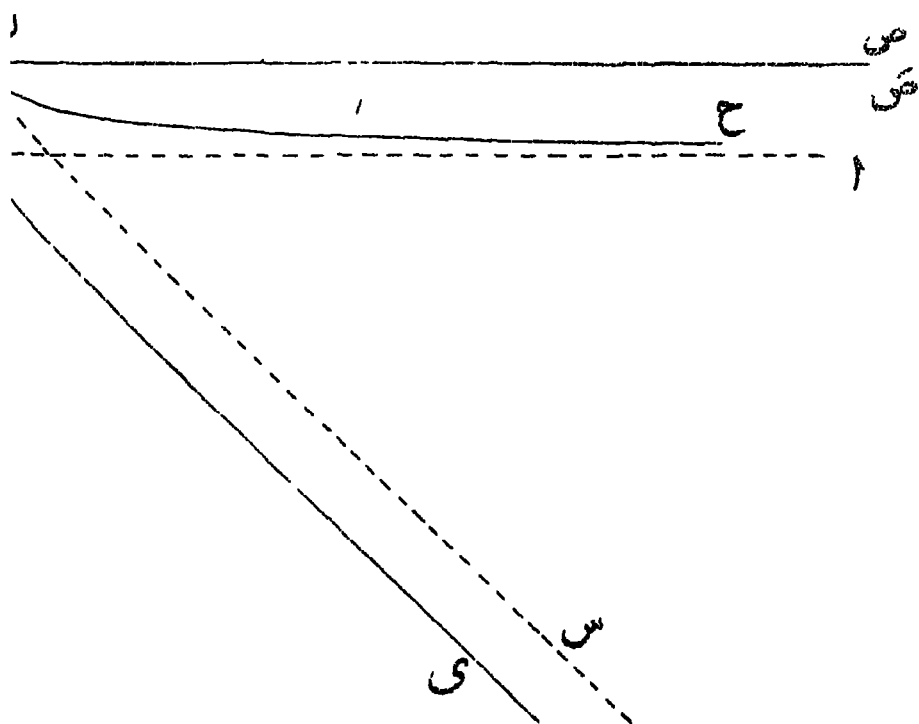
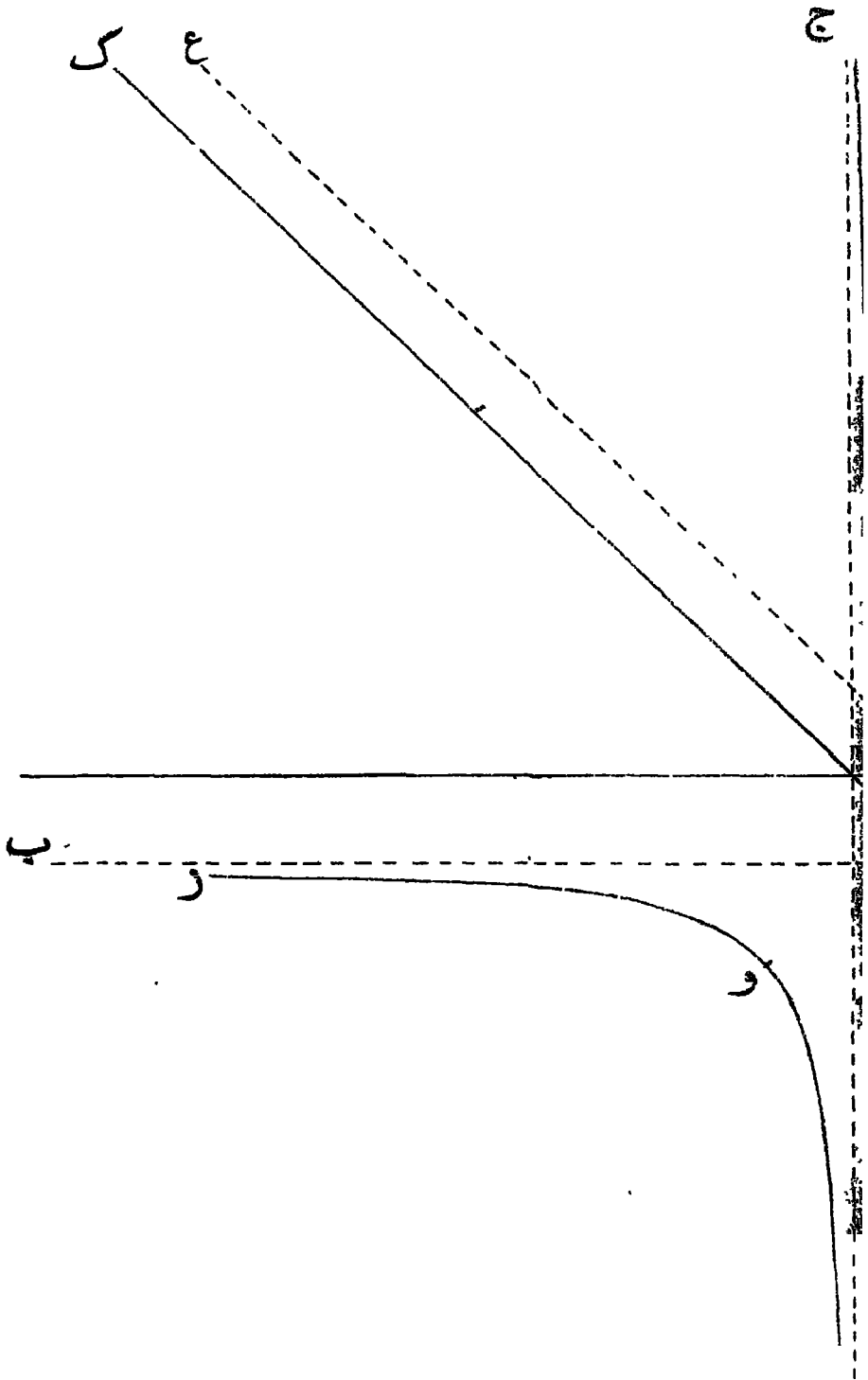
$\frac{۱}{ص}$ اور فَ سے $\frac{۱}{ف}$ مراد ہے۔

سہولت کی غرض سے حسب ذیل پیمانہ پر یہ رسم کھینچی گئی ہے:۔

$\frac{۱}{ص\ سم}$ یا $\frac{۱}{ل\ سم}$ کی قیمت اگر ۱۰ ہو تو اُس کے لئے

مربع کا ایک ضلع لیا جاتا ہے۔ دوسرا جو نقطہ دار خط س ع کھینچا گیا ہے، مساوات لَ = ۔ صَ کی رسم ہے۔

ان دونوں خطوں کے درمیان معیّن کا طول مستقل ہے، اور اُس سے مجوّزہ پیمانہ پر آئینہ کی طاقت صحیح علامت کے ساتھ بتائی جاتی ہے۔

شکل (د) محدّب کروی آئینہ میں

کا تعلق (ترسیمی طریقہ سے)

Vocabulary of Scientific terms, etc. used in Vol. II. of Intermediate course of Practical Physics.

فہرست اصطلاحوں کی جو طبعیات عملی جلد دوم میں استعمال ہوئیں

A

Aberration..ضلالت

Accessories..متعلقات

Accommodating power..طاقت توفیق

Adjustment..ترتیب

Amorphous..نقلما

Angle..زاویہ

Apparent (expansion)..ظاہری پھیلاؤ

Apparent (size)..ظاہری (قد)

Approximate..تقریباً

Astigmatic..مبہم ماسکی

Astigmatisim..مبہم ماسکیت

Axis..محور

B

Back (surface)..موخر (سطح)

Bath (water)..(پن) جنتر

Beam (of rays)..(شعاعوں کا) مجموعہ

Bend away from the normal..عمود سے پرے ہٹ جانا

Bend towards the normal	عمود کی طرف ہٹ جانا
Bi-concove	مقعر الطرفین
Bi-convex	محدب الطرفین
Blue	آسمانی
Boiling-point	نقطہ جوش - کھولاؤ کا نقطہ
Bounded	محدود
Brachymetropic (or short sighted) eye	کوتاہ نظر
Bulb	جوفہ

C

Calibrate	تعییر کرنا
Calibration	تعییر
Colorie	حرارہ - کلوری
Colorimeter	حرارہ پیما
Capacity (thermal)	استعداد حرارت
Capillary tube	شعری نلی
Carbon-bi-sulphide	کاربن بائی سلفائیڈ
Carbon-tetra-chloride	کاربن ٹٹرا کلورائڈ
Centigrade	مئی
Centre	مرکز
Chromatie	لونی
Circular (scale)	دائری (پیمانہ)
Circulation	دوران
Clenical thermometer	طبی تپش پیما

Co-efficient of expansion	پھیلاؤکی قدر
Collimator	نوازي گر
Colour	رنگ ـ لون
Combination (of lenses)	مجموعہ (عدسوں کا)
Comparison	مقابلہ
Compound (microscope)	مرکب (خرد بین)
Concave	مقعر
Condenser	مکثفہ
Conduction (of heat)	ایصال (حرارت)
Conjugate	زوجی
Convection (of heat)	حمل (حرارت)
Converge	جمع ہونا یا جمع کرنا
Convergence	استدقاق
Convergent	مستدق
Converging (lens)	مدقق (عدسہ)
Converging power	طاقت تدقیقی
Convex	محدب
Cornea	قرنیہ
Correction	تصحیح
Corresponding (ray)	جوابی (شعاع)
Course (of ray)	(شعاع کا) راستہ
Critical angle	زاویہ فاصل
Crown glass	کراون شیشہ

Crystalline	قلمی
Crystalline lens	بلوری عدسہ
Cubical (expansion)	کعبی (پھیلاؤ)

D

Daniel	ڈانیل
Delicate (balance)	نازک (ترازو)
Delivery tube	نکاس نلی
Dense (optically)	کثیف تر (باعتبار نور)
Depression	اتار - انخفاض
Determination	تعیین
Deviation	انحراف
Dew-point	نقطہ شبنم
Diagram	شکل
Demensions	ابعاد
Discovery	انکشاف
Distinct	واضح
Divergence	اتساع
Divergent (pencil)	متسع (پنسل)
Diverging (lens)	موسع (عدسہ)
Diverging (point)	نقطہ اتساع
Dotted line	نقطہ دار خط
Drawing board	نقشہ کشی کا تختہ
Drawing instruments	نقشہ کشی کے آلات

E

Edge (refracting)	(انعطافی) کنارہ
Elevation	چڑھاؤ - ارتفاع
Emergence	خروج
Emergent ray	خارج شعاع
Emmetropic (or normal) eye	صحیح آنکھ یا نظر
Erect	سیدھا
Ether	ایثر
Evaporation	تبخیر
Equivalent (water)	(آب) مساوی
Expansion	پھیلاؤ
Eye-hole	منظرہ
Eye-piece	چشمہ

F

Fahrenheit	فارنہائٹ
Fall	اتار - تنزل
Far point	نقطہ بعید
Fit loosely	ڈھیلا بیٹھنا
Fit-tightly	چست بیٹھنا
Flame	شعلہ
Flask	صراحی
Flint glass	فلنٹ شیشہ
Focal length	ماسکی فصل

Focal point............ماسکی نقطہ
Focus (noun)............ماسکہ
Focus (verb)............ماسکہ پرلانا
Focussing board............ماسکہ پرلانے کا تختہ
Formula............ضابطہ
Fractional (saturation)............کسری (سیری)
Freezing point............نقطہ انجماد
Front surface............مقدم سطح

G

Gaseous state............گیسی حالت
Gauge (pressure)............(داب) پیما
Gilded............زراندود
Graduated............درجہ دار
Graduation............درجہ بندی
Graph............رسم
Green............سبز

H

Heat............حرارت
Heater............گرما ۔ مسخن
Horizontal............افقی
Humidity (relative)............مرطوبیت
Hypermetropic (or long-sighted) eye............دراز نظر

I

Image....................خیال - شبیہ

Incidence....................وقوع

Incident (ray)....................واقع (شعاع)

Inclination....................میلان

Index of refraction....................انعطاف نما

Indicate....................بتانا

Indigo (colour)....................نیلا (رنگ)

Inequality of bore....................سوراخ کی نابرابری

Infinity....................لا تناہی

Instant....................آن - لمحہ

Instrument....................آلہ

Intensity (of light)....................حدت (نور)

Intermediate....................درمیانی

Internal (reflection)....................داخلی یا اندرونی (انعکاس)

Inverted....................الٹا - معکوس

J

Jacket....................پیرہن

K

ندارد

L

Latent heat .... مخفی حرارت

Law .... کلیہ

Least distance of distinct vision.... صاف نظری (یا بینی) کا اقل فاصلہ

Lens .... عدسہ

Limiting (angle) .... انتہائی (زاویہ)

Linear (object) .... خطی (شئے)

Liquid (state) .... مائعی (حالت)

Liquefaction .... پگھلاؤ۔اماعت

Long-sighted .... دراز نظر

Luminous .... منور ۔ روشن

M

Magnification .... تکبیر

Magnifying glass .... مکبر شیشہ

Magnifying power .... طاقت تکبیر

Manometer .... فشارپیما

Mass of water .... کمیت آب

Material (of prism) .... مادہ (منشور کا)

Medium .... واسطہ

Melting point .... نقطہ اماعت یا پگھلاؤ کا نقطہ

Meniscus .... ہلالی (عدسہ)

Mercury .... پارہ

Method	طریقہ
Microscope	خورد بین
Minimum (deviation)	اقل (انحراف)
Mirror	آئینہ
Mixture	آمیزہ
Muscles	عضلات

N

Naked eye	خالی آنکھ
Naphthalene	نفثلین
Narrow (slit)	تنگ (جھری)
Near point	نقطہ قریب
Nominal (boiling point)	فرضی (نقطہ جوش)
Non-crystalline	نقلما
Non-luminous	غیر منور
Normal	عمود
Normal (eye)	صحیح آنکھ یا نظر
Normal (pressure, etc.)	طبعی (دباؤ وغیرہ)

O

Object	شخص - شئے
Object glass	دہانہ
Observation	مشاہدہ

Optical instruments........................ آلات مناظر
Optically (denser)........................ باعتبار نور (کثیف‌تر)
Do. (rarer)........................ باعتبار نور (لطیف‌تر)
Optics........................ علم المناظر
Orange (colour)........................ نارنجی (رنگ)

P

Parallax........................ اختلاف منظر
Parrallel (pencil)........................ متوازی (پنسل)
Pencil........................ پنسل
Perforated........................ سوراخدار ـ مثبک
Plane (mirror)........................ مستوی آئینہ ـ مسطح آئینہ
Plano-concave........................ مستوی ـ مقعر
Plano-convex........................ مستوی محدب
Position........................ موقع ـ مقام ـ موضع
Power (of eye or instrument)........................ (آنکھ وغیرہ کی) طاقت
Pressure gauge........................ داب پیما
Principal focus........................ ماسکہ خاص
Prism........................ منشور
Projection........................ ظل ـ تظلیل
Protractor........................ زاویہ پیما گنیا

Q

English	اردو
Quantity (of heat)	مقدار (حرارت)

R

English	اردو
Radiation	اشعاع
Ratio	نسبت
Ray	شعاع
Read (verb)	پڑھنا
Real	حقیقی
Reciprocal	متکافی
Red (colour)	سرخ (رنگ)
Reflected (ray)	منعکس (شعاع)
Reflecting (surface)	سطح عاکس
Reflection	انعکاس
Refracted (ray)	شعاع منعطف
Refracting (angle)	انعطافی زاویہ
Do. (edge)	انعطافی (کنارہ)
Refraction	انعطاف
Refractive index	انعطاف نما
Relative humidity	مرطوبیت
Retina	شبکیہ
Rise (of temparature)	چڑھاؤ یا ترقی (تپشکی)
Rotation	گھمانا۔چکر دینا

S

Saturation .... سیری
Screen........................ پردہ
Sharply defined........................ مہتا ز الحدود
Short-sighted .... کوتاہ نظر
Sighting method........................ طریق شست
Sighting rod........................ شست گیر
Silvered surface چاندی چڑھی ہوئی سطح۔ سیم اندود۔ مفضض سطح
Similar (triangles)........................ متشا بہ (مثلثیں)
Simple (microscope)........................ بسیط (خردبین)
Size........................ قد
Slit .... جھری
Solid........................ ٹھوس ۔ مصمت
Solidification .... انجماد ۔ ٹھوس بننا
Source (of error)........................ منشاء خطا
Do. (of light)........................ مبدا ء نور
Specific heat........................ حرارت نوعی
Spectacles .... چشمے ۔ عینک
Spectrometer .... طیف پیما
Spectroscope........................ طیف نما
Spectrum........................ طیف
Spherical........................ کروی

Spurious image	جھوٹی شبیہ
Stem	نلی
Stirrer	ہلانی
Stop	حد قم
Stopper	ڈاٹ
Strip (of mirror)	(آئینہ کی) پٹی
Superficial	سطحی
Support	ٹیکن — سہارا
Surface of separation	سطح فاصل
Symmetrical (passing)	متشاکلاً (گزرنا)

T

Table	جدول فہرست
Tap-water	نل کا پانی
Telescope	دوربین
Thermal capacity	استعداد حرارت
Thread of mercury	پارہ کا ڈورا
Totally reflected (ray)	کلی منعکس (شعاع)
Total reflection	انعکاس کلی

U

Uniform	یکساں

V

Vaporisation .... تبخیر
Vapour .... بخار
Verification .... تصدیق
Violet (colour) .... بنفشی (رنگ)
Virtual .... مجازی
Vision .... بصارت۔ بینائی

W

Water bath .... پن جنتر
Water equivalent .... آب مساوی
Water vapour .... آبی بخار

X

ندارد

Y

Yellow (colour) .... زرد (رنگ)

Z

Zero .... صفر